



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA TELA BIODEGRADÁVEL PARA O CONTROLO DE INFESTANTES

Luís Miguel da Silva Magalhães Rodrigues

Relatório de Estágio Profissionalizante para obtenção do Grau de

Mestre em Agricultura Biológica

Júri:

Presidente: Doutora Maria Antónia Pereira da Conceição, Prof.^a Adj., ESAC

Arguente: Doutora Maria José Moreno da Cunha, Prof.^a Adj., ESAC

Orientador: Doutora Célia Maria Dias Ferreira, Investigador Auxiliar, CERNAS, ESAC

Coimbra, 2014

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha orientadora Doutora Célia Ferreira pela forma como me conduziu ao longo do período em que levei a cabo a elaboração deste trabalho, pela brevidade no tratar das necessidades de cada momento e pela amizade.

Ao Sr. Ilídio Serôdio, da Beselga, por se predispor a satisfazer os meus propósitos de construção de umas telas recorrendo à matéria-prima que para o mesmo tem tanto significado.

Ao Eng.º Heleno Abreu e ao Sr. Rogério Ribeiro pela preciosa ajuda no transporte da areia que usei na mistura dos vasos e pelo auxílio no vazamento final dos mesmos.

À Eng.^a Rosinda Leonor Pato por todas as facilidades associadas às análises ao solo e à secagem e pesagem do material vegetal.

À Professora Doutora Maria Filomena Gomes pela preciosa ajuda nos procedimentos para o tratamento estatístico dos resultados.

À Professora Doutora Maria José Cunha pelas sugestões apontadas aquando da minha apresentação da versão preparatória deste trabalho, no âmbito da avaliação à unidade curricular, do 2º semestre, de Estágio Profissionalizante.

A todos os professores que me lecionaram aulas ao longo da parte letiva deste mestrado e a diversos outros funcionários desta Escola Agrária que, de alguma forma, influíram positivamente na minha apreensão de conhecimentos, pela amizade e por tudo quanto pude aprender da parte de cada um, contribuindo para tornar a minha paixão pela Agricultura Biológica ainda mais vincada e “robusta”.

Aos meus colegas de turma pela amizade, convívio e debate de ideias, que fomos tendo ao longo dos semestres.

Um especial agradecimento à Rita, por todos os momentos em comunhão, que nos fizeram “crescer” e vigorizar, e por se ter tornado alguém assim tão especial para mim!

À minha família, em especial aos meus pais e à minha madrinha, por todo o seu apoio incondicional!

RESUMO

Atendendo ao incremento sucessivo do custo do petróleo, a opção pelo uso de telas anti-infestantes terá, muito certamente, a longo prazo, que implicar a substituição dessa matéria-prima no seu fabrico.

Este estudo visou desenvolver e testar um novo modelo de tela para o controlo de infestantes, recorrendo a fibras de *Cyperus longus*. O comportamento desta tela protótipo, no controlo de grama (*Cynodon dactylon*) e junça (*Cyperus rotundus*) e na produtividade de morangueiros, foi comparado em ensaios em vaso com o de outras coberturas do solo – tela de polietileno, de polipropileno e casca de pinho.

Comparando as mais-valias permitidas pela tela protótipo face à casca de pinho, também um material proveniente de fontes naturais renováveis, o uso desta tela revelou-se bem mais vantajoso, atendendo aos parâmetros analisados neste trabalho. Equiparando com as telas de utilização mais convencional, de polietileno e de polipropileno, a tela protótipo mostrou constituir uma excelente alternativa, com mais-valias, no geral, ao mesmo nível, atendendo aos parâmetros de análise aqui considerados.

Para viabilizar tirar partido dos resultados bastante promissores advindos do uso desta tela protótipo, o seu fabrico deverá ser suscetível de industrialização.

Palavras-chave: controlo de infestantes, *Cynodon dactylon*, *Cyperus longus*, *Cyperus rotundus*, matérias-primas biodegradáveis e renováveis, telas para cobertura do solo

ABSTRACT

Given the ever increasing oil cost, the decision to use anti-weed mulch covers will, very certainly, in the long term, involve the replacement of this raw material in its manufacture.

This study aimed to develop and test a new model for a mulch cover to control weeds, using *Cyperus longus* fibers. The behavior of this prototype mulch cover to control bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and purple nutsedge () and in strawberry productivity was compared to other mulch covers – polyethylene and polypropylene films and pine bark.

The prototype mulch cover is a superior material to pine bark, when comparing mulch covers made from natural renewable sources, within experimental parameters analyzed. Results have showed that prototype mulch cover had the same performance than conventional mulch covers (polyethylene and polypropylene), and so it can be a viable technical alternative.

To take advantage of the very promising results arising from the use of this prototype mulch cover, its production must be susceptible of industrialization.

Key-words: biodegradable and renewable raw materials, *Cynodon dactylon*, *Cyperus longus*, *Cyperus rotundus*, soil mulch covers, weed control

ÍNDICE

LISTA DE ABREVIATURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
 I. INTRODUÇÃO	 1
 II. OBJETIVOS	 2
 III. REVISÃO DA LITERATURA	 3
1. Infestantes e aspetos do seu controlo segundo o Modo de Produção Biológico	3
1.1. A junça (<i>Cyperus rotundus</i> L.)	4
1.1.1. Características principais	4
1.1.2. Impactos na produção de culturas agrícolas	7
1.1.3. Métodos de controlo da junça no âmbito de uma produção biológica	7
1.2. A grama (<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.)	11
1.2.1. Características principais	11
1.2.2. Métodos de controlo da grama no âmbito de uma produção biológica	14
a) Controlo cultural	14
b) <i>Mulching</i> e solarização	15
c) Controlo das sementes	15
1.3. Controlo indireto de infestantes	16
1.3.1. Controlo cultural	16
1.3.1.1. Mobilizações do solo	16
1.3.1.2. Rotação de culturas	18
1.4. Controlo direto de infestantes	19
1.4.1. Mecânico	19
1.4.2. Pneumático	20
1.4.3. Térmico	20
1.4.4. Cobertura do solo (palhagem ou <i>mulching</i>)	23
1.4.4.1. Coberturas vivas	24
1.4.4.2. Coberturas de partículas soltas	24
1.4.4.3. Telas	26
a) Telas não biodegradáveis	
i) Não permeáveis	27
ii) Permeáveis	28
b) Telas biodegradáveis	29
i) Não permeáveis	30
ii) Permeáveis	32
1.5. Controlo integrado	33

2. O morangueiro	34
2.1. Morfologia da planta	35
2.2. Fisiologia do crescimento e desenvolvimento	37
2.3. Exigências edafo-climáticas	38
2.4. Tipo de cultivares	39
2.5. Armação do solo e sua cobertura	39
2.6. Variação de parâmetros de produção em função da cobertura do solo	45
 IV. METODOLOGIAS	 46
1. Ensaios em vasos	46
1.1. Delineamento experimental	46
1.2. Substrato	48
1.3. Material vegetal	49
1.3.1. Cultivar 'Albion'	50
1.4. Coberturas do solo	51
1.5. Regas	53
 2. Avaliação de resultados	 54
 3. Análise estatística	 55
 V. RESULTADOS	 56
1. Análise da mistura de solo	56
 2. Produtividade dos morangueiros	 56
2.1. Frutos	
a) Número médio de frutos por vaso e total por modalidade	56
b) Peso fresco, comprimento e largura dos morangos	58
2.2. Parte vegetativa dos morangueiros	
a) Pesos fresco e seco dos morangueiros	61
 3. Produtividade das infestantes vs. eficácia de controlo sobre as mesmas ..	64
3.1. Facilidade de penetração através das coberturas do solo	64
3.2. Pesos fresco e seco	66
 VI. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	 69
 VII. PERSPETIVAS FUTURAS	 73
 VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 74
 ANEXOS	 88

LISTA DE ABREVIATURAS

DC	Dias curtos (cultivares de)
DL	Dias longos (cultivares de)
ID	Indiferentes ao fotoperíodo (cultivares)
PAR	Photosynthetically Active Radiation (Radiação Fotossinteticamente Ativa)
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
PET	Polietileno teraftalato
PT	Protótipo (tela)
PVC	Cloreto de polivinilo
SE	Erro padrão (“Standard error”)
UV	Raios ultravioleta

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Identificação das modalidades usadas no âmbito do estudo.	47
Tabela 2	Escalonamento das regas providenciadas às plantas instaladas.	54
Tabela 3	Efeito das modalidades nos parâmetros peso fresco, comprimento e largura dos morangos.	59
Tabela 4	Efeito das modalidades testadas nas variáveis dependentes pesos fresco e seco dos morangueiros.	62
Tabela 5	Efeito das modalidades testadas na variável dependente número de plantas de junça.	65
Tabela 6	Efeito das modalidades testadas nas variáveis dependentes pesos fresco e seco das infestantes.	67
Tabela 7	Sistematização de resultados nas modalidades em que se verificaram diferenças estatisticamente significativas face às testemunhas consideradas.	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Plantas de junça ligadas por uma rede de rizomas.	5
Figura 2	Plantas de junça com extensão de tubérculos a diferentes níveis.	5
Figura 3	Umbela de espigas da inflorescência de junça.	5
Figura 4	Junça a emergir através de filme de polietileno preto.	9
Figura 5	A – Estolhos rastejantes de grama; B – Planta adulta.	12
Figura 6	Pormenor da zona de junção da lâmina e da bainha da folha de grama.	12
Figura 7	Planta adulta de grama em fase de floração.	13
Figura 8	Cobertura do solo com camada de palha, na cultura de morango.	25
Figura 9	Cobertura do solo com filme de polietileno de cor preta, na cultura de morango.	27
Figura 10	Cobertura do solo com filme de polietileno de cor branca numa face (para cima) e preta na outra (para baixo), na cultura de morango.	27
Figura 11	Tela do tipo Mypex. A – Aspetto geral; B – Aspetto de pormenor.	29
Figura 12	Cobertura do solo com uma tela do tipo Mypex, na cultura de morango.	29
Figura 13	Agrobiofilm testado numa plantação de melão.	31
Figura 14	Cobertura plástica biodegradável Ecovio® F Mulch.	31
Figura 15	Cobertura plástica biodegradável Biolice.	31
Figura 16	Telas do tipo disco de fibra de coco, para cobertura do solo em vasos com plantas ornamentais.	32
Figura 17	Tela 100 % orgânica, desenvolvida em parceria com a CSIRO.	33
Figura 18	Tela ECOblanket.	33
Figura 19	Planta de morangueiro.	34
Figura 20	Aspetto do sistema radical do morangueiro.	35
Figura 21	Aspetto do caule do morangueiro.	36

Figura 22	Folhas do morangueiro.	36
Figura 23	Emissão de estolhos no morangueiro, através dos quais se propaga vegetativamente.	36
Figura 24	Flor de morangueiro.	37
Figura 25	Morangos.	37
Figura 26	Filme de plástico branco na face superior e preto na inferior.	41
Figura 27	Filme de plástico transparente, na cultura de morango.	41
Figura 28	A – Filme de plástico preto opaco; B – Filme de plástico castanho opaco; C – Filme de plástico verde opaco.	41
Figura 29	Cobertura do solo com palha, na produção de morango.	42
Figura 30	Cobertura do solo com casca de arroz, na cultura de morango.	42
Figura 31	Esquema do sistema “ <i>matted-row</i> ” de condução de morangueiros.	43
Figura 32	Produção de morangos recorrendo a armação do solo em camalhões cobertos com plástico preto, usando palha para a cobertura das entrelinhas e disposição das linhas segundo as curvas de nível.	44
Figura 33	Aspetto do ensaio com as plantas em fase inicial de crescimento, antes da colocação das coberturas do solo nos vasos.	47
Figura 34	Delineamento experimental, com blocos completamente casualizados para cada infestante.	47
Figura 35	Cenário de uma das épocas em que o local dos ensaios permaneceu parcialmente inundado.	48
Figura 36	Vasos já mais elevados, recorrendo a tijolos de cimento.	49
Figura 37	Vasos com morangueiros e grama (<i>Cynodon dactylon</i>).	49
Figura 38	Vasos com uma planta de morangueiro e diversas plantas de junça (<i>Cyperus rotundus</i>).	50
Figura 39	Aspetto dos morangueiros da cultivar ‘Albion’.	51
Figura 40	Aspetto dos morangos da cultivar ‘Albion’.	51
Figura 41	Tela “protótipo” de <i>Cyperus longus</i> usada nos ensaios.	52
Figura 42	Tela de polipropileno. A – Recorte de tela; B – Tela colocada no vaso com planta recentemente transplantada; C – Tela colocada no vaso	52

	com morangueiro já mais desenvolvido.	
Figura 43	Plástico preto de polietileno já colocado nos vasos.	52
Figura 44	Vaso com cobertura do solo com casca de pinho e morangueiro em fase inicial de crescimento.	53
Figura 45	Número médio de morangos produzidos por vaso e respetivo desvio-padrão e total por modalidade (N=5).	57
Figura 46	Peso fresco médio (g) e respetivo desvio-padrão dos morangos produzidos por modalidade (N variável).	58
Figura 47	Comprimento médio (mm) e respetivo desvio-padrão dos morangos produzidos por modalidade (N variável).	58
Figura 48	Largura média (mm) e respetivo desvio-padrão dos morangos produzidos por modalidade (N variável).	59
Figura 49	Pesos fresco e seco médios (g) e respetivos desvios-padrão da parte aérea dos morangueiros no final do período de ensaios, para as diferentes modalidades (N=5).	61
Figura 50	Número médio e respetivo desvio-padrão de plantas de junça existentes, por vaso, no final dos ensaios (N=5).	64
Figura 51	Pormenor de planta de junça a passar pelo buraco feito para o morangueiro.	65
Figura 52	Pesos fresco e seco médios (g) e respetivos desvios-padrão das plantas de junça e grama que proliferaram até ao final dos ensaios (N=5).	66
Figura 53	Pormenor de planta de junça que conseguiu atravessar entre a tela protótipo e a borda do vaso.	66
Figura 54	Vaso com cobertura de plástico preto, com controlo total das infestantes.	67
Figura 55	Algumas plantas de grama a atravessar a tela protótipo.	68
Figura 56	Plantas de grama a atravessar a camada de casca de pinho.	68

I. INTRODUÇÃO

O controlo de infestantes em produções agrícolas de âmbito comercial constitui um dos fatores que mais pode influir nos custos de produção. Interessa, por isso, tentar aliar-se uma maior eficiência de controlo com os custos mais reduzidos, mas sem pôr em causa a manutenção da qualidade ambiental e do sistema produtivo em questão.

Quando em terrenos cultivados ocorre grande proliferação de infestantes que apresentam órgãos de reserva subterrâneos (bolbilhos, estolhos, ...), os esforços com o seu controlo, para redução de competição com as culturas, implicam dificuldades e custos, geralmente, mais acentuados do que com infestantes anuais. A grama (*Cynodon dactylon* L. Pers.) e a junça (*Cyperus rotundus* L.) constituem, provavelmente, as duas espécies de infestantes mais problemáticas a nível mundial, possuindo a capacidade de voltarem a rebentar mesmo se submetidas a práticas de gestão como a aplicação dos herbicidas mais comuns e o uso de charrua de aivecas, mais agressivas do ponto de vista ambiental e usuais no modo de produção convencional.

No modo de produção biológico as operações de controlo de infestantes podem tornar-se mais limitativas, ao nível da sua eficiência, e com custos económicos associados, geralmente, mais elevados, ainda que com práticas ambientalmente mais corretas. De entre os métodos de controlo diretos mais usuais, sobressai, como uma alternativa bastante interessante, sobretudo em culturas de maior valor acrescentado, o uso de coberturas do solo de diversos tipos, nomeadamente: revestimentos com partículas soltas de materiais orgânicos ou inorgânicos, e revestimentos com telas de materiais artificiais ou naturais. O recurso a telas de polímeros de plástico, permeáveis e não permeáveis ao ar e à água, na cultura do morangueiro (como, aliás, em diversas outras culturas agrícolas) tem-se mostrado uma das técnicas mais eficientes no controlo de infestantes, além de que apresenta diversas outras vantagens, como a redução significativa das perdas de humidade do solo por evaporação. Daí resultam, contudo, enormes quantidades de resíduos, que muitas vezes acabam por não ser totalmente e/ou adequadamente tratados, com problemas ambientais associados, além da sua retirada do terreno no final do seu período de vida útil implicar custos acrescidos de mão-de-obra. Também com a diminuição sucessiva das reservas de petróleo, matéria-prima de que depende o fabrico deste tipo de telas, a sua utilização na agricultura deixará certamente, a longo prazo, de constituir uma opção economicamente viável, pelo menos de forma tão generalizada. A substituição das telas de polietileno e polipropileno, ou outro material sintético, por telas de materiais fibrosos orgânicos, de fontes naturais renováveis, poderá vir a

constituir uma boa alternativa, desde que mostre uma eficiência e custo análogos às de fabrico sintético.

II. OBJETIVOS

O presente estudo pretendeu desenvolver e testar um novo modelo de tela para o controlo de infestantes, na cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), que fosse totalmente biodegradável e mais sustentável do que as versões atuais, construída com fibras vegetais.

Com este propósito, e nesta primeira abordagem de desenvolvimento de uma nova tela, recorreu-se, como matéria-prima, a fibras de “junça da Beselga” (*Cyperus longus* L.), desde há muito usada no fabrico de peças de artesanato, de longa duração, na zona de Penedono, distrito de Viseu. Para comparação do efeito de tipos diferentes de cobertura, recorreu-se, também, a casca de pinheiro-bravo e a duas telas de natureza sintética, já de uso comercial corrente – plástico preto impermeável, de polietileno (como o usado mais usualmente para a produção de morangos) e ainda tela anti-ervas permeável ao ar e água, de polipropileno (já muito usada no nosso país para a produção de plantas aromáticas e medicinais, por exemplo). Pretendeu-se averiguar o comportamento dessas coberturas em duas infestantes de muito elevada dificuldade de controlo – particularmente a grama (*Cynodon dactylon* L. Pers.) e a junça (*Cyperus rotundus* L.), e, paralelamente, comparar a produtividade de morangueiros de uma cultivar corrente no nosso país – ‘Albion’, nestas condições.

III. REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão bibliográfica deste trabalho é feita primeiramente uma descrição das infestantes junça e grama, usadas nos ensaios, seguindo-se uma descrição sumária de alguns aspetos de métodos de controlo de infestantes a que se recorre, mais frequentemente, no modo de produção biológico – nomeadamente métodos de controlo direto, indireto e integrado. Seguidamente é feita uma caracterização do morangueiro e da cultura do morango e, finalmente, enumerados alguns parâmetros de produção, na referida cultura, variáveis em função do recurso a diferentes tipos de cobertura do solo.

1. Infestantes e aspetos do seu controlo segundo o Modo de Produção Biológico

Desde os primeiros sistemas culturais de produção alimentar, em qualquer parte do mundo, que os agricultores enfrentam o problema da proliferação de muitas outras espécies de plantas entre aquelas que realmente instalam. Essas plantas, que usualmente apresentam grande resiliência e capacidade de competir com as culturas agrícolas por humidade, luz, nutrientes e espaço, são desde há muito conhecidas como infestantes. Uma infestante pode ser qualquer planta que cresce num local em que não é desejada e num intervalo de tempo em que, também, não é desejada.

A presença de infestantes pode levar a uma redução drástica na produtividade das culturas e mesmo afetar a eficiência de uso de maquinaria, por exemplo durante as operações de colheita. Por tal, o controlo de infestantes representa, muitas vezes, uma componente operacional necessária e importante no âmbito da produção de culturas agrícolas, além de exigente em mão-de-obra (Parish, 1990). Daqui resultam, muitas vezes, grandes acréscimos nos custos de produção.

Perante uma grande abundância de sementes de infestantes presentes no solo, qualquer operação de mobilização neste pode despoletar grande profusão de germinação destas. E conforme a natureza de crescimento da cultura instalada, particularmente da sua capacidade em promover ensombramento ao solo, assim pode resultar muito diferente comportamento proliferativo por parte das infestantes – mais problemático para culturas cujo ensombramento ao solo é muito reduzido e menos intenso para culturas que permitem um bom cobrimento do solo (Parish, 1990).

Em agricultura biológica o problema das infestantes constitui talvez o de maior significado em contexto de produção comercial (Bond *et al.*, 2003).

No âmbito deste modo de produção, as intervenções químicas com o propósito do controlo de infestantes estão totalmente proibidas – ainda que praticadas nos modos de produção convencional e integrada. Por forma a se minimizarem eventuais efeitos indesejáveis no sistema agrícola (Woodward e Lampkin, 1990) e se minimizarem custos de produção, com a luta às infestantes presentes, seria ideal que tal problema pudesse ser tratado apenas recorrendo a abordagens de controlo indireto de infestantes e, sobretudo, tomando por base um bom conhecimento do comportamento e fisiologia das infestantes em causa, além de um bom entendimento da tolerância de cada cultura perante a competição gerada pelas infestantes presentes.

O controlo indireto de infestantes, contudo, não é em muitas situações suficiente, pelo que existe também a possibilidade de se optar por uma ou mais de diversas alternativas de controlo direto.

1.1. A junça (*Cyperus rotundus* L.)

São inicialmente apontadas as características principais da junça, seguindo-se a enumeração de diversos impactos da sua presença na produção de culturas agrícolas e, seguidamente, alguns métodos para o seu controlo numa ótica de produção biológica.

1.1.1. Características principais

A junça (*Cyperus rotundus* L.), nativa da Eurásia tropical (Schonbeck, 2012), é considerada a pior infestante a nível mundial (Holm *et al.*, 1977), afetando produções agrícolas tanto em climas tropicais como em temperados quentes (Schonbeck, 2012). Atualmente distribui-se por, pelo menos, 92 países, e interfere na produção de, pelo menos, 52 culturas agrícolas (Das, 2008 *in* Kumar *et al.*, 2012). Através de estratégias de produção biológica, mas também convencional, ainda é muito difícil o seu controlo (Warnick *et al.*, 2006; Bangarwa *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2008). Esta dificuldade é função da complexidade do seu ciclo de vida e das suas múltiplas adaptações a ambientes extremos e a diversos métodos de controlo de infestantes, apesar de constituir uma das espécies de plantas não cultivadas mais estudadas (Schonbeck, 2012).

As plantas desta espécie, pertencente à família das Cyperaceae, atingem 10-76 cm de altura. Apresentam uma extensa rede subterrânea de pequenos bolbos basais, raízes fibrosas, rizomas delgados e rijos (Figuras 1 e 2) e tubérculos que crescem em cadeias de 2-6 ou mais nos rizomas, com espaçamentos entre si de cerca de 5-25 cm (Schonbeck, 2012). As folhas são, maioritariamente, basais, verde-escuras, com 0,3-0,6 cm de largura, com veio central saliente e, abruptamente, afiladas nas pontas. A inflorescência (Figura 3), que consiste numa umbela de espigas com coloração vermelho-acastanhado, é suportada por um colmo (caule) triangular, em secção transversal, e, usualmente, mais alta que as folhas (Schonbeck, 2012).



Figura 1. Plantas de junça ligadas por uma rede de rizomas. Fonte: <http://www.laguiasata.com>.



Figura 2. Plantas de junça com extensão de tubérculos a diferentes níveis. Fonte: <http://www.ctahr.hawaii.edu>.



Figura 3. Umbela de espigas da inflorescência de junça. Fonte: Russ e Burges (2009).

Nesta espécie raramente aparecem sementes viáveis, pelo que o seu ciclo de crescimento sazonal inicia-se, quase exclusivamente, a partir dos tubérculos. A dormência destes é quebrada por temperaturas elevadas (32-38 °C) e flutuações diurnas de temperatura (Miles *et al.*, 1996), desde que não ocorra ensombramento. A passagem por um período de temperaturas baixas, desde que não negativas, promove a rebentação dos tubérculos (Schonbeck, 2012).

As cadeias de tubérculos mostram dominância apical, pelo que quando o tubérculo terminal inicia o crescimento ativo quase todos ou todos os outros na cadeia permanecem dormentes, funcionando como reserva perante a possibilidade do tubérculo terminal ou a cadeia serem destruídos (Kawabata e Nishimoto, 2003). Os tubérculos dormentes podem permanecer viáveis por um período de até 10 anos (Schonbeck, 2012).

Os bolbos basais ocorrem maioritariamente a uma profundidade até 8 cm, mas o sistema radical fibroso, que se desenvolve a partir do bolbo basal, pode estender-se até 1,2 metros (Schonbeck, 2012). Os tubérculos desta espécie aparecem quase totalmente (99 %) até uma espessura de 16 cm superficiais do solo (Siriwardana e Nishimoto, 1987).

Duas a três semanas após a rebentação os bolbos basais desenvolvem novos rizomas, que formam outros bolbos e plantas-mãe. Durante a estação de crescimento este ciclo repete-se várias vezes, possibilitando que um único tubérculo origine, através deste processo, centenas de rebentos (Wang *et al.*, 2008). A este respeito, Rao (1968 *in* Webster, 2005a) verificou que de um tubérculo originaram-se 20 rebentos ao fim de 90 dias e Webster (2005a) verificou a formação de 15 rebentos em 107 dias.

A floração ocorre, mais frequentemente, cerca de 7 a 8 semanas após a emergência. Nessa altura começam a formar-se novos tubérculos, continuando tal processo por várias semanas após o crescimento da parte aérea cessar (Schonbeck, 2012).

À semelhança do que ocorre, por exemplo, com a planta do milho, a junça também apresenta via fotossintética do tipo C₄, permitindo-lhe crescer e expandir-se rapidamente sob clima quente e níveis elevados de luz. Mas, como a maioria das plantas C₄, a junça é intolerante ao ensombramento, podendo assim ficar com o seu crescimento reprimido perante condições de coberto fechado (Neeser *et al.*, 1997; Santos *et al.*, 1997b) geradas por certas culturas, muito embora os tubérculos permaneçam viáveis, em condições de gerar nova rebentação se o ensombramento desaparecer (Schonbeck, 2012).

Esta infestante apresenta uma enorme tolerância ao calor, em condições de campo. Porém, os tubérculos podem morrer se sofrerem dessecação, a 15-24 % de humidade, sob incidência direta do sol, ou perante exposição a 50 °C por 12 horas (Webster, 2003). Contudo,

os tubérculos e os bolbos localizados a vários centímetros abaixo da superfície do solo ficam protegidos face a temperaturas elevadas, além de que o sistema radical fibroso e profundo mantém os tubérculos hidratados. Perante a ocorrência de condições desfavoráveis, como secas ou inundações, os tubérculos dormentes permanecem viáveis, ainda que a parte aérea da planta possa morrer.

Foram constatados alguns efeitos alelopáticos sobre a junça, nomeadamente por parte de batata-doce (Peterson e Harrison, 1995; Neeser *et al.*, 1997), extrato aquoso de sorgo (Cheema *et al.*, 2004) e *mulching* de rama de feijão-frade (Hutchinson e McGiffen, 2000), ainda que nunca com supressão total da infestante.

1.1.2. Impactos na produção de culturas agrícolas

A junça exerce uma forte ação de competição com boa parte das culturas agrícolas, essencialmente, pela água e nutrientes do solo, mas também pela luz quando as culturas são de fraco crescimento ou apresentam um lento crescimento inicial. Esta ação é, particularmente, significativa sob condições quentes com boa disponibilidade de água e mais atenuada em condições mais frias e secas (William e Warren, 1975). A agressividade por parte da *Cyperus rotundus* parece ser mais acentuada em climas quentes (Wang *et al.*, 2008), ao passo que a espécie sua aparentada, *Cyperus esculentus*, denota esse comportamento mais acentuado em condições ligeiramente menos quentes (Jordan-Molero e Stoller, 1978).

Níveis acrescidos de nutrientes disponíveis no solo, desde que com boa disponibilidade de água, constituem um fator potenciador da competitividade da junça perante diversas culturas agrícolas (Schonbeck, 2012; Bolda *et al.*, 2013).

É referenciada, também, alguma ação alelopática da junça sobre a cevada, mostarda, algodão (Friedman e Horowitz, 1971; Horowitz e Friedman, 1971) e batata-doce (Peterson e Harrison, 1995), ainda que seja possível que tal ocorra também sobre outras culturas, atendendo à significativa biomassa subterrânea formada em condições de elevada infestação por esta espécie.

1.1.3. Métodos de controlo da junça no âmbito de uma produção biológica

Tendo em conta as grandes dificuldades para o controlo de *C. rotundus* no âmbito da produção agrícola em modo biológico, Bangarwa *et al.* (2008) concluíram que quando se pretende fazer uma cultura em modo biológico é de todo conveniente selecionar-se uma área

livre desta espécie de infestante, traduzindo a enorme problemática de gestão associada à presença de junça.

Algumas recomendações gerais ao nível do controlo mecânico de infestantes perenes baseiam-se na execução inicial de uma mobilização mais vigorosa, a fim de fragmentar as infestantes, seguida de mobilizações posteriores, sempre que comecem a surgir três a quatro folhas de cada fragmento resultante, no intuito de reduzir, tanto quanto possível, as reservas subterrâneas das mesmas (Schonbeck, 2012).

No caso concreto da junça, são recomendadas mobilizações do solo cada duas a três semanas, sempre antes das plantas de junça atingirem a sexta folha (Russ e Burgess, 2009). No entanto, o recurso a tal estratégia não se revela de todo eficaz, devido às grandes reservas subterrâneas que esta infestante apresenta. Em ensaios em que foi testado o corte da parte aérea da planta rente à superfície do solo com uma frequência de 2 semanas durante 8 meses, ou de 6 dias durante 6 semanas obteve-se um enfraquecimento das plantas, mas tal não levou à morte dos tubérculos (Santos *et al.*, 1997a). Sujeitando o solo a uma mobilização cada 2 a 3 semanas por um período de 2 anos, constatou-se uma redução de 80 % no quantitativo de tubérculos (Schonbeck, 2012). Em diversos outros ensaios de controlo de junça também foi testada esta abordagem (Tewari e Singh, 1991; Bangarwa *et al.*, 2008; Das e Yaduraju, 2008), ainda que com sucesso sempre algo limitado. Bolda *et al.* (2013) indicam que uma mobilização à profundidade de 25 ou 30 cm, recorrendo a um charrua de aivecas, com inversão da camada superficial de solo, ajuda a suprimir as infestações de junça. Esta prática leva, contudo, a uma degradação sucessiva na qualidade do solo, nomeadamente na sua estrutura, além de que pode não se tornar prática, pelo que, para um controlo efetivo da junça, o recurso a tal método deve estar conjugado com outros (Schonbeck, 2012).

Quando tal seja possível, a remoção manual das plantas de junça, antes delas atingirem o estado de 5 folhas, previne a formação dos tubérculos (Bolda *et al.*, 2013).

A junça tem a capacidade de perfurar o filme de polietileno opaco (Patterson, 1998; Webster, 2005a; Warnick *et al.*, 2006) (Figura 4), que, aliás, parece chegar a contribuir, ainda, favoravelmente para a propagação e o alastrar desta infestante no campo (Webster, 2005b), possivelmente devido à manutenção das temperaturas do solo mais elevadas.



Figura 4. Junça a emergir através de filme de polietileno preto. Fonte: Schonbeck (2012).

Já o recurso a filmes de polietileno translúcido ou claro mostrou contribuir para uma redução mais significativa na proliferação da junça, pois, apesar da emergência das folhas ocorrer por baixo do plástico, leva, geralmente, à incapacidade da planta para o furar (Chase *et al.*, 1998; Patterson, 1998). Cessa o alongamento da parte aérea da planta e esta fica presa por baixo do plástico transparente. Patterson (1998) verificou uma redução de 70-88 % na penetração de junça em coberturas translúcidas face a opacas.

Dos estudos já realizados, é possível concluir que a espécie *Cyperus rotundus* apresenta suficiente capacidade para furar coberturas plásticas mais finas (30 a 64 μm), ao contrário do que se passa com coberturas mais grossas (100 a 254 μm) (Henson e Little, 1969; Chase *et al.*, 1999; Webster, 2005a).

O método da solarização do solo, consequência do aquecimento provocado pela cobertura do solo com filme de polietileno claro ou transparente, durante o período mais quente do ano, tem também sido testado para o controlo de junça (Patterson, 1998; Webster, 2003; Bangarwa *et al.*, 2008; Das e Yaduraju, 2008; Gill e McSorley, 2010). Na generalidade dos casos, nas condições naturais, não chega, contudo, a ser atingido o limite de temperatura em profundidade suficiente, a partir do qual seria possível a erradicação dos tubérculos da junça e, em certas condições, chega até a estimular a emergência de mais rebentação (Egley, 1983). Verifica-se, todavia, um enfraquecimento dos tubérculos já com rebentos vegetativos, devido ao facto da folhagem emergente não conseguir atravessar o plástico e ser morta pelo calor gerado por baixo do mesmo.

A substituição de filme de polietileno por filme de plástico térmico com retenção de infravermelhos permite um aquecimento mais intenso por baixo desse material, daí resultando uma redução substancial em infestações de junça (Chase *et al.*, 1999).

Em zonas agrícolas onde naturalmente já se atinjam temperaturas bastante elevadas, que excedam mesmo os 40 °C, a utilização de filme de plástico preto durante a época estival já permite gerar temperaturas letais aos tubérculos de junça até uma profundidade de cerca de 15 cm (Wang *et al.*, 2008). Para os mesmos condicionalismos ambientais, foi ainda referida uma redução em 93 % do quantitativo de tubérculos viáveis consequência da mobilização manual do solo repetidamente, e, numa abordagem distinta, uma ineficácia do recurso de erva-do-Sudão como “abafadora”, por ensombramento, sobre esta infestante.

Em ensaios usando galinhas poedeiras soltas em campos com infestação de junça, a uma densidade média de cerca de 20 tubérculos por cada 30 cm², constatou-se que um quantitativo de 480 aves por acre (4046,9 m²) – cerca de 8 galinhas por m² – permitiu erradicar, durante toda uma estação de crescimento, a infestação de junça (Mayton *et al.*, 1945). Contudo, a colocação de 300 galinhas numa área cercada de cerca de 2000 m² – cerca de 6 galinhas por m² – com a presença de um galinheiro não mostrou ser efetiva na erradicação de junça por toda essa área, pois as galinhas mostraram preferência por pastorearem, maioritariamente, dentro dum raio de 15 metros do galinheiro. Uma abordagem similar levada a cabo com gansos, a uma densidade de 4 a 16 aves por cerca de 2000 m², mostrou a sua eficácia no controlo de junça num campo cultivado com algodão, mas uma menor eficácia perante um campo em pousio. A execução de mobilizações do solo, ao quebrarem as ligações entre tubérculos e, deste modo, o estado de dormência dos mesmos, mostrou contribuir para incrementar a eficácia de controlo de junça por parte dos gansos.

Na Índia são muitas vezes levados porcos para os campos onde se pretende instalar arroz, para que estes se alimentem dos tubérculos (OSWALD, 1997), tendo-se constatado que 60 a 75 animais por hectare são suficientes para se conseguir um controlo efetivo de junça num só dia.

Diversas culturas agrícolas altamente competitivas mostraram exercer algum controlo sobre a junça, nomeadamente o feijão-preto, soja, algodão, chuchu (William, 1976 *in* Schonbeck, 2012), batata-doce e feijão-verde (Neeser *et al.*, 1997).

Schonbeck (2012) enumera diversos componentes importantes que devem integrar qualquer estratégia de controlo de junça:

- Promover a quebra das ligações existentes entre os tubérculos nas cadeias, em alturas do ano favoráveis termicamente ao crescimento, o que leva à quebra de dormência dos tubérculos;

-
- Quebrar a continuação do crescimento dos novos lançamentos vegetativos, para ir provocando a exaustão das reservas dos mesmos;
 - Recorrer a culturas fortemente competidoras, que façam intenso ensombramento no período do ano favorável ao crescimento da junça;
 - Gerir o fornecimento de nutrientes e de água ao solo de forma mais localizada, junto às culturas, para evitar beneficiar esta infestante.

Acrescenta, ainda, a importância de se dever fazer nos locais infestados, sempre que possível: a solarização do solo em zonas de clima bastante quente; o pastoreio por porcos, galinhas, ou gansos; alterar as datas de instalação e colheita das culturas, para minimizar a competição por parte da junça; levar a cabo práticas que promovam uma boa proliferação no solo de fungos micorrízicos; e recorrer a culturas conhecidas pela sua atividade alelopática sobre a junça.

1.2. A grama (*Cynodon dactylon* L. Pers.)

São primeiramente referidas características principais da grama e depois enunciados três métodos recomendados para o controlo desta infestante.

1.2.1. Características principais

A grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) é uma espécie de gramínea (*Poaceae*) vivaz, que apresenta dois tipos de secções caulinares, ambos com acumulação de reservas: as que se desenvolvem à superfície do solo (estolhos) (Figura 5) e as que se desenvolvem abaixo da superfície do solo (rizomas, fortemente escamosos) (Cudney *et al.*, 2007). As plantas chegam a formar tapetes densos, com dispersão horizontal muito ramificada, situação adjuvada pela facilidade de enraizamento caulinar na zona dos nós (University of California, 2011). A reprodução desta espécie acaba por poder dar-se tanto através de sementes como, também, através do enraizamento dos caules horizontais acima e abaixo da superfície do solo (estolhos e rizomas, respetivamente), criando novas plantas à medida que se vão alongando a partir da planta-mãe.

É uma espécie de crescimento rápido quando as temperaturas são elevadas e suficiente o teor de humidade no solo (University of California, 2011).

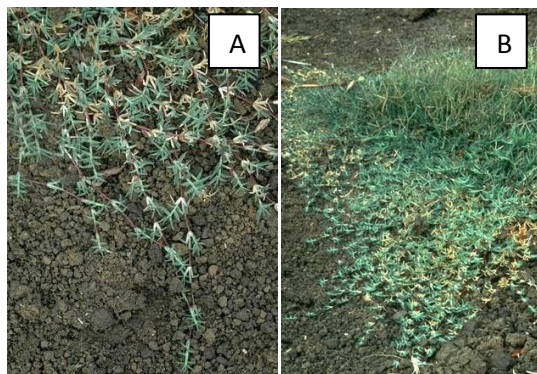


Figura 5. A – Estolhos rastejantes de grama; B – Planta adulta. Fonte: <http://www.ipm.ucdavis.edu/>.

As lâminas foliares são planas, ponteagudas e flexíveis, geralmente com menos de 6 cm de comprimento (University of California, 2011), com uma lígula envolvida de pêlos brancos na junção da lâmina e da bainha (Cudney *et al.*, 2007) (Figura 6).



Figura 6. Pormenor da zona de junção da lâmina e da bainha da folha de grama. Fonte: <http://www.ipm.ucdavis.edu/>.

As hastes onde se desenvolvem as inflorescências são algo eretas, de comprimento até 30 cm e secção ligeiramente achatada, com nós visíveis, sem pêlos. Do seu ponto cimeiro, irradia um grupo de 3 a 8 estruturas semelhantes a espigas, de 1-5 cm de comprimento, ao longo das quais se agrupam as inflorescências (Figura 7). A floração pode ocorrer desde junho até setembro (University of California, 2011).

O fruto consiste numa cariopse coriácea, esbranquiçada, encerrada em glumelas (Moreira *et al.*, 2000). As sementes da grama permanecem viáveis no solo por, pelo menos, 2 anos (Cudney *et al.*, 2007).



Figura 7. Planta adulta de grama em fase de floração. Fonte: <http://www.ipm.ucdavis.edu/>.

A grama é frequente em campos cultivados e diversos outros habitats com algum nível de perturbação antrópica. Pode ocorrer na maioria dos tipos de solo, ainda que seja mais comum em solos franco-arenosos (Abdullahi, 2002). Em solos ainda não perturbados a dispersão dos rizomas é mais superficial, com extensão na ordem dos 2,5 a 15 cm de profundidade, enquanto que em solos já sujeitos a revolvimento, solos arenosos e em calçadas os rizomas chegam a alcançar profundidades superiores a 15 cm (Cudney *et al.*, 2007).

Sendo perene, tem a capacidade de estabelecer uma densa cobertura do solo bastante mais cedo, na estação de crescimento, do que qualquer cultura agrícola após instalada (Abdullahi, 2002). Os estolhos e os rizomas, se cortados e deixados à superfície do solo, facilmente enraízam se este permanecer com alguma humidade.

Em locais dominados pela presença desta infestante diversas espécies não conseguem crescer, indiciando alguma probabilidade da grama exercer algum efeito alelopático (Meissner *et al.*, 1989; Smith *et al.*, 2001).

Holm *et al.* (1979 in Abdullahi, 2002) apontam que esta espécie está referenciada como uma infestante problemática em, pelo menos, 28 países e como a infestante mais preocupante noutros 29 países. Além disso, é considerada a segunda pior infestante a nível mundial (Abdullahi, 2002).

Os maiores impactos gerados pela presença desta infestante manifestam-se, sobretudo, numa necessidade acrescida em mobilizações do solo, num decréscimo na produtividade das culturas e na qualidade das forragens, e numa mais reduzida persistência de pastagens (Rios *et al.*, 1997).

Atualmente, já existem no mercado híbridos de grama (Tifgreen, Tifdwarf, Tifway e Santa Ana) com folhas verde escuras e mais finas e com um período de crescimento mais longo, que foram desenvolvidos especificamente para a constituição de relvados. Estas cultivares não produzem sementes (Cudney *et al.*, 2007).

1.2.2. Métodos de controlo da grama no âmbito de uma produção biológica

De entre as abordagens de controlo de grama, sem o recurso a qualquer tipo de herbicidas, destacam-se: remoção manual continuada das plantas, quando em áreas mais pequenas; mobilizações e sujeição do terreno a seca durante o verão, para secar os estolhos e os rizomas; cobertura do solo com plástico preto ou tela geotêxtil, desde que se consiga completa exclusão da luz; e solarização (Cudney *et al.*, 2007).

a) Controlo cultural

O arranque dos rizomas e estolhos constitui uma boa medida, desde que não sejam áreas extensas, onde tal, geralmente, já não é economicamente viável.

Como a grama cresce melhor quando o solo dispõe de alguma humidade, embora tolere seca moderada, recomenda-se, sempre que possível, suspender totalmente as regas durante o período de verão e executar 2 ou 3 mobilizações do solo, sempre que voltar a dar-se rebentação, de maneira a permitir trazer os rizomas para a superfície, onde secarão perante a estiagem. Uma única mobilização a mais de 15 cm de profundidade pode ser adequada para trazer a maioria dos órgãos da planta até à superfície, mas o tempo necessário para que os restantes rizomas, ainda enterrados no solo, sequem ainda se prolonga por mais semanas ou meses. Durante este processo, caso seja aplicada água por via de rega ou se chover, as plantas restantes de grama rebentarão de novo. Mobilizando e, simultaneamente, sujeitando a seca o terreno durante o devido tempo, torna-se possível fazer um controlo efetivo de boa parte de uma infestação de grama. Tal já não é possível quanto às sementes presentes, que com esta prática resistem com viabilidade (Cudney *et al.*, 2007).

Uma mobilização do solo durante o inverno, seguida por outra na primavera, parece exercer algum efeito repressor na proliferação desta infestante, ainda que não a controle totalmente (Phillips, 1993). Mas, geralmente, as mobilizações do solo não são feitas suficientemente fundo, de modo a possibilitarem a morte dos rizomas em profundidade e os rizomas fragmentados, deixados próximo da superfície do solo, desenvolvem rapidamente novos rebentos, dando origem, muitas vezes, a uma infestação ainda mais séria que a correspondente à situação anterior às mobilizações (Abdullahi, 2002). Além disso, os rizomas, mesmo se sujeitos a fragmentação, toleram níveis moderados de dessecação (Thomas, 1969 *in* Abdullahi, 2002). Mobilizações do solo frequentes, ainda que possam exercer algum efeito no controlo da grama, não são, contudo, recomendáveis, atendendo não só aos custos mas, muito

principalmente, aos impactos negativos na estrutura do solo e nas reservas de humidade no mesmo (Abdullahi, 2002).

A grama não se desenvolve bem à sombra (Wilén *et al.*, 2009). Assim, é possível minorar o crescimento da grama pela sujeição a um denso ensombramento por parte de árvores ou arbustos altos. As plantas resultantes crescerão estioladas e muito mais frágeis do que as de crescimento sob plena exposição solar, daí resultando serem, também, mais fáceis de remover. Arbustos pequenos ou outras plantas de menor porte, pela sua menor capacidade de ensombramento, geralmente, são pouco efetivos no âmbito desta abordagem de enfraquecimento por minimização da luminosidade disponível (Cudney *et al.*, 2007).

Quando se pretende aproveitar os restos das infestantes, resultado do seu corte, como fontes de matéria orgânica a aplicar ao solo, é fundamental proceder-se à sua compostagem completa, no sentido de se destruírem as estruturas vegetativas e as sementes e, assim, impossibilitar-se a propagação da infestante através desta via (Cudney *et al.*, 2007).

b) *Mulching* e solarização

A técnica de *mulching* pode ser usada sob diferentes maneiras no sentido de se controlar a grama.

A aplicação de plástico de polietileno preto sobre a grama, ao impedir que a luminosidade a atinja, pode permitir uma boa eficácia no controlo da infestante. Depois de se proceder a um corte da infestante cobre-se o terreno com o plástico e deixa-se por, pelo menos, 6 a 8 semanas durante o verão. Durante o inverno esta operação não permitirá o controlo, atendendo a que a planta se encontra em dormência. É muito importante assegurar que o plástico permanece intacto sem buracos, pois caso contrário a grama crescerá através dos mesmos e sobreviverá. Se o plástico tiver buracos propositados, para o cultivo de determinada cultura, o controlo da grama será reduzido (Cudney *et al.*, 2007).

A cobertura do solo com plástico transparente (solarização) pode ser eficiente na erradicação das plantas e sementes de grama, caso seja levada a cabo durante o período mais quente do ano. Antes de se aplicar o plástico deve cortar-se e remover-se o que for possível da planta e seguidamente regar bem a área. Não é necessário mobilizar muito o solo antes da solarização, mas uma mobilização superficial pode auxiliar no controlo. Após o terreno limpo, cobre-se com filme de polietileno resistente aos raios ultravioleta (UV). O plástico deve estender-se até, aproximadamente, 60 cm além da área de distribuição dos estolhos, para garantir que a área a solarizar fica bem coberta, e deve ser mantido intacto por 4 a 6 semanas. A sombra reduz a efetividade da solarização porque limita a quantidade de radiação. A

solarização funciona mais efetivamente quando não existe declive no terreno ou, caso exista, se a exposição for a sul ou a sudoeste. Não se atingem temperaturas tão elevadas por baixo de plástico em locais com exposição a norte. Consequentemente, o controlo não é tão efetivo. Após a solarização não se deve mobilizar a área mais profundamente que 8 cm, para evitar trazer as sementes da infestante para a camada superior do solo (Elmore *et al.*, 1997).

A cobertura do solo com produtos como estilha de madeira não é efetiva contra a grama, porque a infestante pode atravessar esta cobertura. Contudo, se for usada tela orgânica biodegradável debaixo da cobertura de estilha de madeira o controlo pode ser conseguido. Mais uma vez se na tela estiverem presentes buracos ou frestas, o controlo será reduzido porque a grama é capaz de crescer através dos buracos (Wilen *et al.*, 2009).

c) Controlo das sementes

As sementes de grama que estiverem já presentes no solo podem representar, ainda, um grande problema. Não é possível fazer o seu controlo desta através de nenhum dos tratamentos mencionados exceto com a solarização (Wilen *et al.*, 2009).

1.3. Controlo indireto de infestantes

O controlo indireto de infestantes resulta de operações que têm como objetivo principal algo que não o controlo das infestantes, mas que acabam por desempenhar uma ação também importante nesse âmbito.

Em geral, para que este tipo de operações exerça um impacto realmente efetivo no âmbito do controlo de infestantes, é muito importante haver uma aliança a medidas de controlo diretas (Bàrberi, 2003; Bond *et al.*, 2003).

1.3.1. Controlo cultural

O controlo cultural inclui não só mobilizações do solo como também as rotações de culturas.

1.3.1.1. Mobilizações do solo

As mobilizações do solo podem possibilitar uma boa eficácia na gestão de infestantes (Håkansson, 2003). O método usado, a profundidade e a frequência de mobilização podem

influir na composição, densidade e persistência, a longo prazo, de uma determinada população de infestantes (Mohler e Galford, 1997).

A excessiva mobilização do solo, porém, pode gerar consequências indesejadas no mesmo, como maior suscetibilidade a erosão, redução do seu teor em matéria orgânica e degradação da sua estrutura, tornando-o mais propenso a compactar e a perder permeabilidade (Carroll *et al.*, 2013).

As mobilizações podem agrupar-se em primárias, secundárias e terciárias (Forcella e Burnside, 1994).

As mobilizações primárias dizem respeito àquelas que são feitas primeiramente, para a preparação de um terreno para instalar uma cultura. Mobilizações profundas podem permitir reduzir bastante, temporariamente, a germinação de sementes de infestantes, mas, com a continuação dessa prática, muitas das sementes acabam por regressar à superfície e voltar a dispor de condições favoráveis para germinar. No caso de espécies de infestantes perenes, a lavragem periódica da terra pode auxiliar a controlar essa proliferação.

As mobilizações secundárias são bastante superficiais e usadas para preparar a cama da semente, deixando a superfície do terreno pronta para a instalação cultural – com recurso, por exemplo, a grade de discos ou de dentes. O momento de execução destas mobilizações pode possibilitar uma significativa redução das populações de infestantes que afetam a cultura principal. Executando uma “falsa sementeira”, em que o terreno é preparado vários dias, semanas ou meses antes da sementeira ou plantação da cultura principal (Johnson e Mullinix, 1995; Bàrberi, 2003; Tóthová e Tóth, 2011), como se fosse para se fazer de seguida a instalação de uma cultura, criam-se condições muito favoráveis para a germinação das sementes das infestantes. Logo que uma boa parte destas já tenha germinado e ainda se encontre nas fases iniciais de crescimento, o terreno é então sujeito a nova mobilização. Outra técnica mais recente consiste em executar a preparação da cama da semente à noite, pois a mobilização do solo na escuridão parece exercer algum efeito de inibição na germinação das sementes das infestantes (Bond *et al.*, 2003).

As mobilizações terciárias são as praticadas com o objetivo de se fazer controlo físico direto das infestantes – vide controlo físico mecânico (secção 1.4.1.), como método de controlo direto de infestantes.

1.3.1.2. Rotação de culturas

As rotações culturais constituem uma prática essencial no âmbito de uma produção agrícola em modo biológico, muito, principalmente, porque constituem um dos aspetos mais importantes para a minimização e controlo de problemas fitossanitários (pragas e doenças). Contribuem, também, para uma adequada gestão do solo ao nível da sua fertilidade e, ainda, como método complementar, para minimizar, através de diferentes ciclos culturais (com diferentes culturas), as condições ótimas de proliferação de determinadas infestantes. Com a sucessão num terreno de diferentes culturas e variação das práticas culturais associadas minimizam-se as hipóteses de determinadas espécies infestantes se tornarem dominantes (Bàrberi, 2003; Bond *et al.*, 2003; Tóthová e Tóth, 2011).

A opção por cultivos consociados, inclusive cultivos em subcoberto de outras culturas, também, pode auxiliar no controlo de determinadas infestantes (Baumann *et al.*, 2000).

A integração, no sistema rotacional, de culturas de cobertura (*cover crops*) com elevada capacidade de cobrimento do solo, durante o período do ano em que um terreno não está a ser ocupado com a(s) cultura(s) principal(ais), permitirá, também, exercer algum efeito complementar de supressão, por abafamento, de determinadas infestantes, ao mesmo tempo que contribui para o incremento da fertilidade desse solo, para a prevenção de erosão, para a melhoria das suas propriedades físicas e biológicas, e, ainda, para algum benefício no controlo de agentes biológicos responsáveis por doenças das plantas (Smith, 2012; Carroll *et al.*, 2013).

A manutenção de pousio durante toda uma estação de crescimento pode efetivar alguma supressão na proliferação de determinadas infestantes, mas, por questões de ordem económica, tal não é geralmente praticado. A implementação de pousio durante uma parte da estação de crescimento já poderá ser um pouco mais bem aceite pelo produtor agrícola e não deixa de exercer, também, alguma efetividade de redução de populações de determinadas infestantes (Bond *et al.*, 2003).

Deve ter-se o máximo cuidado para evitar toda e qualquer fonte exterior de material seminal ou vegetativo de infestantes, seja pelas alfaías e tratores, seja por outro tipo de equipamento.

1.4. Controlo direto de infestantes

O controlo direto de infestantes pode ser levado a cabo através de métodos de controlo físico, nomeadamente mecânicos, pneumáticos, térmicos e com coberturas do solo, ou controlo químico, não usado em Agricultura Biológica.

A escolha do método mais adequado depende geralmente de aspetos práticos, como sejam o tipo de solo e de cultura, mas também dos custos associados – custos dos materiais, custos operacionais e custos de mão-de-obra. Para áreas mais pequenas e onde seja possível dispor de mão-de-obra suficiente, o controlo das infestantes pode basear-se em trabalho manual, principalmente para culturas de grande valor acrescentado. Em grande parte das situações, em que as culturas se estendem por maiores escalas, a mão-de-obra, além de cara, é geralmente de limitada disponibilidade (Bond *et al.*, 2003).

1.4.1. Mecânico

Os instrumentos de controlo de infestantes vão desde ferramentas manuais básicas até sofisticadas alfaias acopladas a tratores (Bowman, 1997; Tóthová e Tóth, 2011). Incluem-se ferramentas de cultivo (como enxadas, grades, dentes e escovas), ferramentas de corte (como gadanheiras, cortadores e motorroçadoras) e, ainda, certos apetrechos que podem desempenhar ambas as funções. Alfaias de peças rotativas, de diferentes tipos, também oferecem uma opção válida para muitas situações. A escolha do instrumento a usar, bem como a altura e frequência em que deve ser usado, dependem em larga medida da cultura em causa bem como da composição e extensão da população de infestantes presentes e da disponibilidade do equipamento.

O recurso a ferramentas manuais ainda é bastante usual no âmbito do cultivo agrícola de pequena escala e onde o terreno e o clima não permitem a mecanização ou onde existe falta de conhecimento técnico para a sua utilização.

A gradagem pode ser uma técnica adequada para o controlo de infestantes anuais, desde que aplicada em condições de solo seco, mas mostra-se ineficaz perante infestantes perenes e as que apresentam um sistema radical profundo e já bem estabelecidas. A época em que é feita a gradagem e a sua frequência são aspetos importantes no seu efeito sobre as infestantes e, possivelmente, mais decisivas do que o tipo de grade usada. Também são aspetos influentes a velocidade de trabalho do trator usado bem como o estado de crescimento das infestantes (Bond *et al.*, 2003; Tóthová e Tóth, 2011).

Um sachador mecânico pode apresentar lâminas fixas em forma de “A” ou “L”, em sistema vibratório ou giratório, efetuando cortes no solo pelos 2 a 4 cm de profundidade (Bowman, 2002). Uma maior velocidade de trabalho permite aumentar a mortalidade das infestantes, tendo a profundidade mobilizada menos influência nesse aspeto (Pullen e Cowell, 1997). Quanto maior o nível de secura do solo, aquando da realização desta operação, maior a efetividade da sacha relativamente ao controlo de infestantes (Böhrnsen, 1993).

As alfaías de escovas são usadas sobretudo para limpeza de infestantes nas entrelinhas de diversas culturas hortícolas. A sua efetividade é boa para muitas infestantes anuais no seu estado inicial de crescimento, mas já não o é quanto a infestantes de natureza perene (Hein, 1990).

O recurso continuado aos métodos mecânicos de controlo de infestantes pode resultar, contudo, em danos acentuados na estrutura do solo e maior suscetibilidade a ocorrência de erosão (Dabley *et al.*, 1993; Fuller *et al.*, 1995; Wei *et al.*, 2010).

Outros métodos como a utilização de gadanheiras, cortadores e aparadores permitem o corte das infestantes junto ao solo sem causarem qualquer perturbação no mesmo, mesmo após emergência das culturas.

1.4.2. Pneumático

O controlo pneumático baseia-se na injeção no solo de ar comprimido, no sentido de soltar e desenraizar pequenas infestantes de cada um dos lados das linhas instaladas com a cultura principal (Bond *et al.*, 2003; Tóthová e Tóth, 2011).

1.4.3. Térmico

O recurso a queimadas é a forma mais simples de reduzir, após a realização das colheitas, o número de sementes viáveis de infestantes que poderiam aumentar o banco de sementes do solo. É um processo que não implica mobilização do solo e, portanto, não contribui para levar para a superfície do terreno mais sementes, em posição favorável para germinar (Tóthová e Tóth, 2011). Apresenta, contudo, diversos riscos e inconvenientes, que diversos métodos mais atuais de controlo térmico de infestantes minimizam.

Com o progresso na sofisticação dos queimadores de chama, a sua utilização constitui atualmente, provavelmente, o método mais usual para o controlo de infestantes, depois do controlo mecânico (Bond *et al.*, 2003). A monda térmica pode servir, mais frequentemente, como técnica de pré-emergência face às plantas da cultura principal (antes da sua

germinação), ainda que algumas culturas, em estados de crescimento específicos, também tolerem a aplicação no solo de tratamentos de pós-emergência. É feita, mais frequentemente, recorrendo a queimadores de gás liquefeito derivado do petróleo, geralmente gás propano. Neste caso, a operação de aplicação de uma chama sobre as infestantes não visa queimar diretamente as infestantes, mas sim aplicar-lhes calor suficiente capaz de lhes danificar severamente as células vegetais, daí decorrendo, então, a murchidão e depois a morte (Parish, 1990; Ascard, 1995; Shu-ren *et al.*, 2007; Tóthová e Tóth, 2011). O recurso à chama, porém, aparenta não reduzir a subsequente emergência das infestantes e pode mesmo contribuir para aumentar a germinação das sementes de algumas delas (Ascard, 1995). São necessárias intensidades energéticas entre os 200 e os 400 KJ/m² para possibilitar um efeito severo no crescimento das plantas no seu estado inicial de crescimento, sendo as dicotiledóneas mais suscetíveis ao calor do que as monocotiledóneas (Parish, 1990). O controlo de infestantes através de chama não é, contudo, apropriado para culturas com sistemas radicais superficiais ou mais sensíveis (Bond *et al.*, 2003). O principal inconveniente do uso dos queimadores de chama é o risco de incêndio (Klaij e Hoogmoed, 1996).

O uso de radiação infravermelha constitui, também, uma opção como método de controlo de infestantes, através do aquecimento de superfícies de cerâmica ou de metal que irradiam calor para as plantas alvo. Para infestantes de raízes profundas a sua efetividade ainda não foi provada (Tóthová e Tóth, 2011). Estão-lhe associadas algumas desvantagens, como o tempo necessário para atingir temperaturas suficientemente elevadas, a elevada sensibilidade do equipamento a danos mecânicos e o seu custo elevado (Ascard, 1998; Bond *et al.*, 2003).

Fergedal (1993) testou o uso da congelação como método de controlo de infestantes, através da aplicação de azoto líquido e de neve de dióxido de carbono (gelo seco). A aplicação de azoto líquido mostrou resultados mais satisfatórios do que a aplicação de dióxido de carbono sólido, mas não tão bons quanto o uso de queimadores de chama. O método de congelação parece mostrar-se apenas vantajoso em situações onde existam riscos acrescidos de incêndio se forem usados queimadores de chama (Tóthová e Tóth, 2011).

Outra alternativa é a esterilização a vapor (Riley, 1995; Bond *et al.*, 2003; Kerpauskas *et al.*, 2006). Este método permite controlar as infestantes mas também inóculo de agentes patogénicos responsáveis por doenças das plantas, se aplicado antes do estabelecimento de uma nova cultura. Através deste tratamento, com duração entre 3 e 8 minutos, é possível aumentar a temperatura da superfície do solo até aos 70-100 °C, possibilitando a morte da maioria das infestantes numa profundidade de, pelo menos, 10 cm. A profundidades

superiores as sementes das infestantes não são afetadas. Se o solo vier, ulteriormente, a ser mobilizado as sementes que vierem para a superfície ficam em condições propícias para germinar. Mas se a superfície do solo não for mobilizada, o controlo das infestantes pode permanecer efetivo por duas estações de crescimento.

A aplicação de calor seco direto constitui outra vertente do recurso ao calor para o controlo de infestantes. A profundidade de tratamento pode ir dos 10 até aos 25 cm. A progressão de trabalho a 15 cm de profundidade é de 1 a 2 hectares por dia, dependendo do tipo de solo (Bond *et al.*, 2003).

A eletrocussão constitui outro método alternativo (Diprose e Benson, 1984; Vigneault *et al.*, 1990; Rask e Krisstoffersen, 2007). Não se adequa, contudo, como método de controlo inicial de infestantes onde as populações destas rondem, pelo menos, as 200 plântulas por m². Este método permite evitar a mobilização do solo, mas, mesmo para baixas densidades de plantas a controlar, o uso deste equipamento implica elevados gastos energéticos para possibilitar a morte das ervas.

A radiação de microondas, outro método distinto, utiliza energia eletromagnética de frequência ultra elevada. A sua efetividade sobre as sementes das infestantes é superior quando o solo permanece húmido, uma vez que permite que as mesmas também estejam com elevados teores de humidade (Rice e Putnam, 1977). Também as plantas em fase de crescimento são suscetíveis à morte através das microondas (Davis *et al.*, 1971). Diversas desvantagens estão, todavia, associadas a este método, como a sua morosidade (necessárias 92,6 a 1037 horas por hectare), custo elevado, elevado quantitativo de energia necessário (Bond *et al.*, 2003; Sartorato *et al.*, 2006) e, ainda, os riscos associados à sua utilização por parte dos operadores (Diprose *et al.*, 1984; Sartorato *et al.*, 2006).

A solarização subsiste como uma alternativa viável para muitas situações de controlo de infestantes. Este método consiste no aquecimento de solo húmido através da sua cobertura, por cerca de 6 semanas, com plástico permeável à radiação solar que permite reter calor imediatamente abaixo dessa cobertura. A efetividade do método de solarização requer condições climáticas em que se mantenham longos períodos de céu limpo e radiação solar intensa, para permitir aquecer suficientemente o solo por baixo do plástico (temperatura superior a 65 °C) durante tempo suficiente (Standifer *et al.*, 1984; Elmore, 1991). Mesmo perante condições ideais a profundidade de controlo pode ser reduzida, além de que mais abaixo as sementes permanecem viáveis (Horowitz *et al.*, 1983). Se o solo permanecer sem mobilizações após o tratamento, o controlo das infestantes pode continuar efetivo por duas estações de crescimento (Sauerborn *et al.*, 1989).

1.4.4. Cobertura do solo (palhagem ou *mulching*)

A cobertura da superfície do solo pode permitir uma redução dos problemas com infestantes, através da prevenção da germinação de sementes e impedindo o crescimento de pequenas plantas, sobretudo se não forem perenes. Uma cobertura do solo pode ser de naturezas diversas: coberto vegetal vivo, partículas soltas orgânicas ou inorgânicas e telas procedentes de materiais artificiais ou naturais.

Os tipos de cobertura mais efetivos no controlo de infestantes podem mesmo ser usados como uma alternativa às mobilizações do solo, antes da instalação de determinada cultura, para permitirem uma limpeza ou uma redução de vegetação indesejada no mesmo.

Como, para muitos casos, a aplicação de coberturas do solo fica dispendiosa, o seu recurso torna-se apenas económico para culturas de maior valor acrescentado, a menos que exista outro motivo para o seu uso.

Quando as coberturas do solo são de natureza orgânica, a decomposição desses materiais poderá por vezes resultar em algum grau de inibição na germinação e/ou no crescimento das culturas (Ozores-Hampton, 1998). No entanto, aquando da sua decomposição, a disponibilização de matéria orgânica ao solo pode, além de diversos benefícios já referidos, permitir também o aumento da atividade biológica do solo e a melhoria do balanço do azoto e de outros nutrientes. Estes fatores contribuem, no seu conjunto, para um aumento progressivo da fertilidade do solo e, portanto, do respetivo potencial produtivo, além de que se torna possível alargar, em muito, o período de tempo de transitabilidade das máquinas agrícolas sobre o terreno.

Dependendo do tipo de cobertura aplicada, podem salientar-se diversos benefícios mais importantes: controlo de infestantes; prevenção de erosão do solo; auxílio na retenção de humidade do solo; minimização de oscilações da temperatura do solo, dia/noite e ao longo do ano, favorecendo o prolongamento do período de crescimento das culturas; melhorias na estrutura e arejamento do solo; aumento da fertilidade do solo; influência no pH do solo; prevenção de danos pela geada; minimização de danos provocados pelo tráfego de equipamento sobre o solo; os frutos, hortícolas ou flores produzidos mantêm-se mais limpos como resultado de menos salpicos do solo (Mathers, 2002); além de uma redução de problemas com pragas (Costello e Altieri, 1994; Bottenberg *et al.*, 1997); e minimização de lixiviação de nutrientes.

A maioria dos benefícios acima referidos é comum às coberturas orgânicas e inorgânicas. O aumento da fertilidade do solo e a influência no seu pH são, contudo, atributos

das coberturas orgânicas, além de que estas também permitem uma melhor penetração de água no solo e uma mais eficiente redução da compactação causada pela chuva (Mathers, 2002).

1.4.4.1. Coberturas vivas

As coberturas vivas, ou “*mulch vivo*”, consistem no estabelecimento denso de espécies de crescimento lento, de instalação antes ou depois da inerente à cultura principal, que passam a cobrir todo o espaço entre plantas da cultura principal, mas não a afetando, daí resultando alguma efetividade no controlo da emergência de diversas infestantes. Este tipo de cobertura difere das *cover crops*, na medida em que as coberturas vivas são mantidas ainda parte do tempo no terreno simultaneamente com uma cultura de âmbito comercial, enquanto as *cover crops* geralmente são destroçadas previamente à instalação da cultura principal (Bàrberi, 2003; Bond e Turner, 2003; Mohammady, 2012).

Além da possibilidade das coberturas vivas poderem exercer alguma ação de controlo de infestantes, podem também contribuir com diversas outras vantagens, sobretudo se constituídas por espécies leguminosas, nomeadamente: fixação de azoto atmosférico, melhoria da estrutura do solo, regulação do teor de humidade no solo, redução de erosão, enriquecimento em matéria orgânica e melhoria da atividade biológica do solo (Mohammady, 2012).

Algumas espécies que se utilizam para o efeito são, por exemplo, a *Digitaria digitalis*, como subcoberto em vinha (Váradi *et al.*, 1989), a beldroega (*Portulaca oleracea*), em subcoberto da cultura de bróculo (Ellis *et al.*, 2000), ou o trevo (*Trifolium spp.*), em subcoberto de cereais (Clements *et al.*, 1997).

Contudo, se a escolha das espécies utilizadas não for a mais adequada e o crescimento desse cobrimento vivo não for, de algum modo, controlado (por exemplo, com corte deste quase rente ao solo aquando da instalação da cultura principal), ou quando o teor de humidade do solo é inadequado, mesmo culturas relativamente vigorosas, podem sofrer competição e perda de produtividade (Mohammady, 2012).

1.4.4.2. Coberturas de partículas soltas

Como materiais orgânicos mais frequentemente utilizados como resíduos avulso com o objetivo de cobrir o solo, mais particularmente no âmbito agrícola, tem-se a casca de pinho, estilha de resíduos lenhosos indiferenciados, resultantes da exploração florestal, palhas

(Figura 8), composto, resíduos resultantes da laboração de lagares (bagaço do azeite) e adegas (bagaço do vinho), folhas secas de espécies caducifólias (provenientes, geralmente, de áreas ajardinadas) e por vezes, também, papel.



Figura 8. Cobertura do solo com camada de palha, na cultura de morango. Fonte: <http://www.rosieboom.com>.

Geralmente, a eficácia no controlo das infestantes aumenta à medida que a espessura da camada de resíduos disponíveis, também, aumenta (Ozores-Hampton, 1998). Muitas vezes, embora materiais soltos como palha, casca de árvores ou mesmo resíduos verdes de recolha municipal já compostados possam permitir uma supressão efetiva da emergência de infestantes, a espessura necessária de camada desses resíduos que a possibilita torna os custos associados praticamente proibitivos, a menos que o material provenha da própria exploração agrícola (Merwin *et al.*, 1995). As palhas podem ainda constituir uma fonte de sementes de infestantes (Schonbeck, 1999).

Ligneau e Watt (1995) referem que uma camada de composto de 3 cm de espessura parece ser suficiente para prevenir a emergência de infestantes anuais, mas, segundo Creager (1989), pelo recurso a uma cobertura de palha, são necessários 15 cm de espessura para um controlo efetivo de infestantes. Neste caso, o controlo é melhor e com menor custo do que tratamentos com herbicida e apanha manual das infestantes, além de promover um maior crescimento das plantas e melhores produções. Niggli *et al.* (1989) referem que a estilha de casca de coníferas e de carvalhos é mais eficiente no controlo de infestantes do que os mesmos tipos de materiais já compostados, folhas compostadas e cascas de maçã. Skroch *et al.* (1992), num estudo abrangendo diferentes coberturas do solo de que se incluíam 3 coberturas de casca, incluindo de pinheiro, e 2 coberturas de folhagem, verificaram que tais coberturas, mesmo quando aplicadas com uma espessura de 9 cm, apenas permitiam reduzir as infestantes (incluindo as espécies *Cynodon dactylon* e *Cyperus esculentus*) numa percentagem de cerca de 50 %, perante os controlos sem tratamento (nível de controlo

bastante abaixo do que é comercialmente aceitável). Verificaram, também, que, desses materiais, a casca de pinheiro comportou-se como o material mais durável, mas o que teve menor impacto na fertilidade do solo.

Recorrendo à aplicação, à razão de 5-8,5 t/ha, de papel de jornal despedaçado, Munn (1992) verificou que tal material se mostrou tão ou mais eficaz, a suprimir a maioria das infestantes anuais e algumas perenes, do que a cobertura do solo com palha de trigo, em algumas culturas.

Apesar da cobertura do solo com este tipo de materiais poder ser usada para reprimir a germinação e emergência de infestantes anuais, além de reduzir a erosão do solo, parece mostrar-se ineficaz perante a existência de infestantes perenes de raízes profundas (Bilalis *et al.*, 2003; Jordan, 2004).

Segundo Marks (1993 *in* Bond e Turner, 2003), o recurso a coberturas de palha e de casca permite o controlo efetivo de infestantes no primeiro ano de uso, mas ocorre um ligeiro aumento no número de infestantes logo no segundo ano. Como este tipo de coberturas do solo se vai decompondo com o tempo e a sua espessura, tipicamente, se reduz em 60 % após um ano, é essencial ir repondo regularmente a camada com mais desse material, no sentido de manter a sua eficácia (Tóthová e Tóth, 2011). Principalmente quando se recorre a coberturas de palha não compostada ou mal compostada, pode daí advir o problema das sementes viáveis aí presentes germinarem e levarem a uma infestação de plantas dessas mesmas espécies. Em dias de maior intensidade de vento, também existe a possibilidade das palhas poderem ser arrastadas por este (Marks, 1993 *in* Bond e Turner, 2003).

Coberturas orgânicas com uma elevada razão carbono/azoto (C:N), principalmente se superior a 30:1, podem levar a carências de azoto, pois deixa de haver quantidade suficiente deste elemento para compensar as necessidades dos microrganismos que colonizarão a cobertura, para a decomporem, necessitando assim de retirar temporariamente azoto ao solo (Santos, 1996; Herms *et al.*, 2001). Nestes casos, a adição de azoto permite minimizar a competição por este elemento (Mathers, 2002). Já coberturas com uma baixa razão C:N podem aumentar a fertilidade do solo (Herms *et al.*, 2001).

1.4.4.3. Telas

Dependendo da natureza do material usado como matéria-prima para o fabrico de telas, e do seu modo de produção, assim estas podem ser biodegradáveis ou não biodegradáveis e permeáveis ou não.

a) Telas não biodegradáveis

i) Não permeáveis

Os filmes de polietileno, nomeadamente de cor preta (Figura 9), ou os de cor branca na face superior e preta na face inferior (Figura 10), constituem os tipos de coberturas do solo mais comumente usados no âmbito agrícola, para o controlo de infestantes (Shogren, 2000). Os seus benefícios incluem uma maior eficiência de: inibição do crescimento de infestantes; redução do consumo de água; minimização da lixiviação de nutrientes para os lençóis freáticos; redução do desenvolvimento de doenças nas plantas, advindas do solo (Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2006); manutenção dos frutos mais limpos; um baixo custo, boa resistência e disponibilidade em muitas cores (Shogren, 2000).



Figura 9. Cobertura do solo com filme de polietileno de cor preta, na cultura de morango. Fonte: <http://www.deliriotropical.com.br>.



Figura 10. Cobertura do solo com filme de polietileno de cor branca numa face (para cima) e preta na outra (para baixo), na cultura de morango. Fonte: <http://http://www.foodgps.com>.

As coberturas plásticas opacas previnem a passagem de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), permitindo inibir o crescimento de infestantes (Bilck *et al.*, 2010), mas são atravessadas por radiação infravermelha, responsável pelo aquecimento do solo (Bond *et al.*, 2003). O aumento de temperatura possibilitado pelos filmes plásticos opacos de cor mais escura leva também a um acréscimo na taxa de mineralização do azoto a partir dos resíduos

orgânicos (Runham, 1998), contribuindo, ainda, para um desenvolvimento mais rápido das culturas e colheitas mais precoces (Warnick *et al.*, 2006).

Perante o teste, em condições de campo, de filmes plásticos de cores diferentes, verificou-se que os de cor branca e os de cor verde exerceram pouco efeito nas infestantes, mas os de cores castanha, preta, azul e de dupla cor (branca numa face e preta na outra) preveniram a sua emergência (Horowitz, 1993 *in* Bond *et al.*, 2003). Existem indicações de que os de cor dupla (branca na face superior e preta na inferior) (Figura 10), por gerarem uma reflexão de luz mais forte, exercem um benefício maior para as culturas (Benoit e Ceustermans, 1992). Esse efeito de reflexão parece afetar também o comportamento de alguns insetos (Lamont, 1993 *in* Bond *et al.*, 2003), nomeadamente por alguma ação repulsiva que acabam por gerar sobre os mesmos (Bolda *et al.*, 2008; Bolda *et al.*, 2013).

O fabrico do polietileno tem como matéria-prima principal o petróleo, um recurso que, provavelmente, irá esgotar-se e, portanto, a sua aplicação na agricultura não será sustentável a longo prazo. Além disso, o polietileno não é biodegradável, pelo que tem de ser removido do terreno onde é aplicado, geralmente, logo no final da estação de crescimento e descartado, muitas vezes com custos elevados. Este polietileno, que nessa altura passa a ser lixo, passa também a representar um sério problema de eliminação, atendendo a que é difícil de reciclar, nomeadamente pela grande quantidade de solo que adere ao mesmo, e alguns aterros recusam aceitá-lo (Shogren, 2000; Bilek *et al.*, 2010). Com o intuito de eliminar esses resíduos, a sua queima no próprio terreno chega a ser uma decisão tomada por parte dos agricultores, com os impactos ambientais daí decorrentes (Briassoulis, 2006).

Também, quando ainda em utilização, a cobertura de polietileno atua como camada impermeável à água, em grande parte da área cultivada onde é aplicada, podendo aumentar o escoamento superficial nas zonas não impermeabilizadas, aumentando os impactos ambientais nos cursos de água e lagos próximos (Raloff, 2002). Interferindo com a recarga de água ao solo nos camalhões, proveniente das chuvas ou de rega por aspersão, mais facilmente levará a défices hídricos no solo junto às plantas caso não seja usado um sistema de rega gota-a-gota (Schonbeck e Evanylo, 1998).

ii) Permeáveis

As telas permeáveis ao ar e água são constituídas por um entrelaçado de polipropileno, apresentando geralmente a cor preta ou verde escura. Além de permitirem a penetração de água, também são menos suscetíveis, comparativamente com as de polietileno de cor escura, de queimar as culturas quando as temperaturas são elevadas. O seu uso é mais habitual para

culturas de duração mais longa, nomeadamente perenes. Uma tela de polipropileno do tipo Mypex (Figuras 11 e 12) é expectável poder durar até 9-10 anos (Bond *et al.*, 2003).

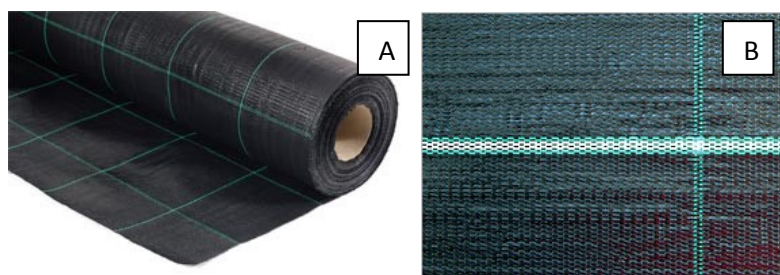


Figura 11. Tela do tipo Mypex. **A** – Aspeto geral (Fonte: <http://www.pghorticulture.co.uk>); **B** – Aspeto de pormenor (Fonte: <http://www.netrauta.fi>).



Figura 12. Cobertura do solo com uma tela do tipo Mypex, na cultura de morango. Fonte: <http://www.blackmoor.co.uk>.

Segundo Marks (1993 *in* Bond *et al.*, 2003) com o recurso a este tipo de tela, nomeadamente em pomares de macieiras, é possível um quase completo controlo de infestantes e uma produtividade superior face a outros tipos de cobertura do solo e aplicação de herbicidas.

O fabrico de polipropileno também recorre ao petróleo como matéria-prima principal, pelo que as considerações já referidas no caso dos filmes plásticos de polietileno, quanto à importância de se encontrarem alternativas ao seu uso na agricultura, aplicam-se da mesma forma para este caso.

b) Telas biodegradáveis

O interesse em coberturas de solo decomponíveis tem aumentado, especialmente em sistemas de produção em modo biológico, revelando-se ser necessário estudar alternativas às coberturas plásticas (Kivijärvi *et al.*, 2002). Materiais naturais e renováveis como a celulose, o amido e proteínas têm vindo a ser cada vez mais estudados enquanto componentes de telas que não têm o seu fabrico baseado em derivados do petróleo (Yoon *et al.*, 2012).

Quando se recorre a fibras naturais como matéria-prima, estas apresentam diversas vantagens comparativamente às fibras sintéticas, tais como biodegradabilidade, baixo custo, baixa densidade, boa tenacidade, boas propriedades térmicas e redução significativa do recurso a maquinaria para o seu tratamento ou processamento (Barros, 2006). As telas fabricadas a partir de componentes naturais ao se degradarem naturalmente, pela ação natural de microrganismos, como bactérias, fungos e algas, podem ser incorporadas no solo com os resíduos da cultura após o final da campanha de produção (Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2006; Shogren e David, 2006; Philipp, 2012). Evitam-se assim custos com a sua remoção e posterior eliminação/tratamento e eventuais impactos ambientais, comparativamente com o uso dos plásticos mais comuns (ETAP, 2006; Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2006; Rangarajan e Leonard, 2007). Podem também ser sujeitas a compostagem (Chandra e Rustgi, 1998; Narayan, 2001; Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2006).

O desenvolvimento de telas biodegradáveis na União Europeia implica o cumprimento da norma EN 13432, segundo a qual um material compostável deve cumprir os seguintes requisitos fundamentais (Projeto Consórcio Agrobiofilm, 2010):

- Ser suscetível a biodegradação, que é função da conversão metabólica em dióxido de carbono e é quantificada recorrendo ao teste standard, Norma EN 14046 ou ISO 14855 (o material é considerado biodegradável se no prazo de 6 meses se atingir 90 % do valor obtido pela referência (celulose));
- Ser suscetível a desintegração, que é manifestada pela fragmentação e perda de visibilidade no composto final e é avaliada com um teste de acordo com a EN 14045 (o material a testar é degradado, em conjunto com resíduos orgânicos durante 3 meses, findo os quais os materiais em teste com dimensões superiores a 2 mm são considerados como não se tendo desintegrado – esta fração deve ser inferior a 10 %).

i) Não permeáveis

O recurso a cobertura de papel pode servir, em determinadas situações, de cobrimento do solo, usando o mesmo equipamento de aplicação de filme de polietileno, com pequenos ajustes (Shogren e Hochmuth, 2004). O problema tem sido o desenvolvimento de um produto de papel que possa permanecer intacto ao longo de toda a estação de crescimento da maioria das culturas. O papel não coberto perde a sua força quando molhado e degrada-se demasiado facilmente quando em contacto com o solo, para que seja realmente eficiente no controlo de infestantes ao longo de todo esse período (Anderson *et al.*, 1995; Shogren, 2000). Para o tornar mais resistente à água e menos degradável têm sido testados revestimentos à base de

alcatrão (Shogren, 2000), cera, polietileno (Vandenberg e Tiessen, 1972 *in* Shogren e David, 2006), látex (Brault *et al.*, 2002), poliésteres (Shogren e David, 2006) e óleos vegetais (Anderson *et al.*, 1995; Schonbeck e Evanylo, 1998; Shogren, 1999).

Telas à base de amido, biodegradáveis e compostáveis, têm aparecido como alternativas com alguma viabilidade de sucesso (Bastoli, 1998; Lörcks, 1998; Halley *et al.*, 2001; Gáspár *et al.*, 2005; Bilck *et al.*, 2010; Projeto Consórcio Agrobiofilm, 2010). O Agrobiofilm (Figura 13) é um desses casos (Projeto Consórcio Agrobiofilm, 2010).



Figura 13. Agrobiofilm testado numa plantação de melão. Fonte: <http://www.agrobiofilm.eu>.

Outras telas biodegradáveis, com fabrico regido pela já referida norma europeia EN 13432, têm aparecido no mercado. É o caso da tela Ecovio[®] F Mulch (Figura 14), feita a partir de uma mistura de um tipo específico de poliéster biodegradável e ácido polilático otimizado para aplicações agrícolas, e da tela Biolice (Figura 15), onde foram usados, como matérias-primas, grãos de cereais de variedades específicas de milho e de trigo.



Figura 14. Cobertura plástica biodegradável Ecovio[®] F Mulch. Fonte: Philipp (2012).



Figura 15. Cobertura plástica biodegradável Biolice. Fonte: ETAP (2006).

Algumas das gamas de plásticos considerados “biodegradáveis” existentes no mercado, corretamente, não o são de facto, nem compostáveis (não satisfazem nenhuma das normas padrão atuais). São sim oxo-degradáveis, ou seja, fragmentáveis em pequenas partículas no fim-de-vida. Essa fragmentação é permitida pela incorporação de aditivos oxidantes no plástico convencional (PE, PP, PET, PVC), que acabam por afetar a sua estabilidade química. A fragmentação acaba por constituir apenas a conversão de resíduos visíveis em fragmentos que passam despercebíveis à vista, mas permanecendo como contaminantes no meio ambiente (Halley *et al.*, 2001; Projeto Consórcio Agrobiofilm, 2010).

Já se encontra em experimentação a possibilidade de uso de subprodutos de processos de fermentação industrial, nomeadamente de resíduos ricos em ácido cítrico e micélio de *Penicillium chrysogenum*, recursos renováveis e baratos, com resultados também promissores (Ao *et al.*, 2013).

ii) Permeáveis

Telas de fibras de casca de coco são bastante usuais para cobertura de solo em vasos com plantas ornamentais (Figura 16).



Figura 16. Telas do tipo disco de fibra de coco, para cobertura do solo em vasos com plantas ornamentais. Fonte: Altland (s.d.).

Diversos tipos de geotêxtil anti-ervas têm aparecido no mercado, podendo a sua constituição consistir em 80 % de fibras vegetais e 20 % de fibras fotodegradáveis (Agraria Verde, Lda., s.d.).

Recentemente foi colocada no mercado uma tela de alta qualidade, 100 % orgânica e completamente biodegradável, desenvolvida em parceria com a CSIRO, recorrendo, como matéria-prima, a fibra de linho (Figura 17). Para o seu fabrico recorreu-se a jactos de água de alta pressão, que ligam as fibras em conjunto de modo a formar um tecido compacto. Os investigadores acreditam que esta tela poderia igualmente ser feita com outros materiais, tais como cânhamo ou fibras de bananeira (CSIRO, 2012).



Figura 17. Tela 100 % orgânica, desenvolvida em parceria com a CSIRO. Fonte: CSIRO (2012).

Foi lançada também, recentemente, a tela ECOblanket, utilizando, como matéria-prima, desperdícios da indústria têxtil (Figura 18). Em cultura de alface esta tela mostrou resultados muito satisfatórios (Oliveira, 2012).



Figura 18. Tela ECOblanket.

Fonte: <http://www.fabricaveleiro.com/EShop.aspx?CategoryID=1&ItemID=108>.

1.5. Controlo integrado

O controlo integrado de infestantes consiste no uso de dois ou mais métodos diferentes de controlo, em combinação ou sequência, no sentido de se conseguir majorar o efeito de supressão das populações de infestantes com que se está a lidar, resultando num efeito superior ao que teria a aplicação de cada um desses métodos quando usados isoladamente.

Diversas constatações de sucesso no uso deste tipo de conjugação de métodos diferentes existem na literatura, como a combinação de controlo mecânico com o cultivo intercalado de diferentes culturas (Tessier e Leroux, 1993) ou a combinação do uso de queimadores de chama com sachas (Casini *et al.*, 1993 in Bond, Turner e Grundy, 2003; Balsari *et al.*, 1994; Netland *et al.*, 1994; Melander e Rasmussen, 2001).

Com o envolvimento de métodos diretos e indiretos de controlo, em todas as fases de produção de determinada cultura, é possível uma redução gradual da necessidade de controlo das infestantes (Bond, Turner e Grundy, 2003).

Idealmente, o controle integrado de infestantes deve ter por base uma visão holística do sistema cultural com que se está a lidar, tendo em conta todos os aspetos envolvidos nesse sistema de produção (Swanton e Weise, 1991). Aspetos como o conhecimento do período crítico de interferência por parte das infestantes presentes e outros aspetos associados, a dinâmica do banco de sementes destas, a influência de cada um dos métodos de mobilização do solo, os métodos alternativos de controlo das infestantes e os aspetos de melhoria da competitividade por parte das culturas revelam-se bastante importantes neste âmbito.

2. O morangueiro

O morangueiro (Figura 19) é uma planta herbácea perene, que atinge de 15 a 30 cm de altura, da família Rosaceae, subfamília Rosoideae, tribo Potentilleae. Forma pequenas touceiras (hábito de crescimento em roseta), que aumentam de tamanho à medida que a planta envelhece. As cultivares mais difundidas comercialmente pertencem à espécie *Fragaria x ananassa* Duch., que constitui um híbrido de origem múltipla. De um cruzamento, provavelmente casual, entre as espécies *Fragaria virginiana* Duch (proveniente do Este da América do Norte) e *Fragaria chiloensis* (L.) P. Mill. (proveniente da América do Sul), resultou um híbrido interespecífico. Este híbrido inicial, obtido nas proximidades de Brest, em França, por volta de 1750, constitui o progenitor principal do morango atual, daí se procedendo a novas hibridações com outras espécies. A grande variabilidade entre as espécies que compõem a base genética de *Fragaria x ananassa* permite uma maior amplitude de adaptação e qualidade das cultivares comerciais. Apesar de ser perene, é cultivada como anual, principalmente por questões sanitárias e fisiológicas (Palha, 2005).



Figura 19. Planta de morangueiro. Fonte: <http://www.sallypond.co.uk>.

Atualmente, constitui a cultura com maior importância económica e social dos chamados pequenos frutos, existindo mais de 1000 cultivares a nível mundial (Palha, 2005),

com produção predominante nas regiões temperadas do Hemisfério Norte (Palha, 2007). Devido ao seu sabor, aroma e aparência, é amplamente apreciado e consumido em fresco, apesar de, também, bastante utilizado na indústria alimentar de transformação, em iogurtes, geleias, bolos, gelados, licores, sumos, etc.

Em Portugal, esta cultura ocupava em 2011 uma área de 550 hectares, originando uma produção anual superior a 12 000 toneladas, sendo o Algarve, Ribatejo e Oeste e Alentejo as regiões com maior peso nessa produção (OMAIA, 2011). No nosso país o morango é produzido durante praticamente todo o ano, ocorrendo a maior oferta de abril a junho, uma oferta um pouco menor de fevereiro a março e em julho e a menor oferta ocorre na época outonal (Palha, 2007).

Os morangos são particularmente ricos em nutrientes e fitoquímicos benéficos à saúde humana (Giampieri *et al.*, 2012).

2.1. Morfologia da planta

O morangueiro apresenta um sistema radical (Figura 20) superficial e fasciculado, que se estende sobretudo pelos primeiros 20 cm de profundidade do solo. O seu aspeto é tanto mais claro quanto mais jovem e sã for a planta. As raízes emergem da base das novas folhas ao longo da coroa, quando em contacto com o solo (Palha, 2005).



Figura 20. Aspeto do sistema radical do morangueiro. Fonte: <http://pnwhandbooks.org> (adaptado).

O caule consiste num rizoma curto estolhoso, do qual emergem em roseta as folhas, formando a “coroa” (Figura 21). Cada planta tem uma ou mais coroas, que funcionam como unidades independentes, daí crescendo todos os outros órgãos da planta.



Figura 21. Aspeto do caule do morangueiro. Fonte: <http://gardeningtones.com>.

As folhas são trifoliadas (Figura 22) e ficam inseridas, com disposição em espiral, na coroa por pecíolos mais ou menos longos. Na base do pecíolo das folhas encontram-se duas estípulas de proteção, onde se situam os gomos, que, por sua vez, podem evoluir em estolhos ou em novas coroas.



Figura 22. Folhas do morangueiro. Fonte: <http://lucygracesmom.wordpress.com>.

Os estolhos, que são emitidos da axila das folhas, consistem em caules finos e prostrados, com entrenós longos, que têm a capacidade de facilmente enraizar e dar origem a plantas autónomas (Figura 23).



Figura 23. Emissão de estolhos no morangueiro, através dos quais se propaga vegetativamente. Fonte: <http://beingbelongingbecoming.wordpress.com>.

As inflorescências, com um número variável de flores, que na maior parte das cultivares são hermafroditas, emergem imediatamente abaixo das estípulas-bainha das folhas, durante o período de expansão das mesmas. As flores são pentâmeras, com 5 pétalas brancas e

5 sépalas verdes, agrupam-se em corimbos e possuem pedúnculos compridos e com pêlos (Figura 24). Em cada inflorescência, as flores primárias, por possuírem maior número de pistilos, dão origem a frutos maiores, além de serem as primeiras a frutificarem (Palha, 2005).



Figura 24. Flor de morangueiro. Fonte://www.rkeverest.net.

A parte comestível do morango (Figura 25) não é na realidade um fruto, mas um falso fruto ou pseudofruto, originado pelo engrossamento do receptáculo da flor depois da fecundação dos óvulos. Os frutos verdadeiros (aquênios) correspondem àquilo a que muitas vezes se chamam de sementes, com distribuição à superfície da parte carnuda avermelhada. Trata-se, portanto, de múltiplos de aquênios.



Figura 25. Morangos (Fonte://wisegeek.com).

2.2. Fisiologia do crescimento e desenvolvimento

O crescimento e o desenvolvimento do morangueiro são, em condições naturais, controlados principalmente pela ação do fotoperíodo e da temperatura, mas podem sê-lo, também, pela intensidade luminosa e nutrição azotada (Palha, 2005). Estes fatores constituem a causa de um ciclo fisiológico anual, no qual a planta passa por um período de dormência, um de crescimento vegetativo e um de reprodução.

Durante a altura do ano em que as temperaturas são mais baixas e os dias mais curtos, o crescimento dos morangueiros abrandar, significativamente, tendendo para um estado de

dormência. É, porém, indispensável, acumularem entre 300 a 700 horas de temperatura entre 2 e 7 °C, variável de cultivar para cultivar (Ronque, 1998 *in* Castro, 2002), na medida em que caso estas necessidades em frio não sejam satisfeitas, as plantas deixam de mostrar adequado vigor vegetativo (Palha, 2005). As plantas provenientes de viveiros passam geralmente por um período de vários meses em câmaras frigoríficas (plantas frigo), a -2,2 °C, para que, aquando da sua venda, tenham completamente satisfeitas as suas necessidades em frio.

Atualmente, através do recurso a diferentes tecnologias de produção, dependentes das exigências de mercado de destino, das cultivares e das condições edafo-climáticas prevalentes no local de produção, é possível produzir morango durante o ano todo (Lopes e Simões, 2006).

2.3. Exigências edafo-climáticas

É possível fazer a cultura do morango numa grande diversidade de climas, mas é nos temperados e mediterrânicos, entre as latitudes de 28 e 60 °, que está mais difundido. Para um adequado crescimento vegetativo, o intervalo de temperaturas ótimas situa-se entre os 18 e os 28 °C, ao passo que para o sistema radical esse intervalo situa-se entre os 17 e os 30 °C (Palha, 2005). A parte foliar da planta tolera bem a geada, mas já o mesmo não ocorre com as flores, que não resistem a temperaturas abaixo de 0 °C (Palha, 2005; Lopes e Simões, 2006). Para que a formação de folhas e flores seja adequada, torna-se necessário que a planta tenha passado por um determinado número de horas de frio, geralmente abaixo de 7 °C, no período anterior ao transplante (quando em viveiro), variando de acordo com a cultivar (Martins *et al.*, 2009).

O morangueiro não se adapta bem a solos compactos, com tendência para encharcarem, tendendo as plantas a apresentar, aí, um desenvolvimento muito reduzido, inclusive do sistema radical que, além de frágil, fica muito superficial. Ainda que nos solos arenosos a maturação seja antecipada, a preferência desta cultura recai sobre os franco-arenosos, argilo-arenosos, franco-argilosos e franco-argilo-arenosos, com boa drenagem, mas adequada retenção de água, e ricos em matéria orgânica (Lopes e Simões, 2006). O pH ótimo para o morangueiro situa-se entre 5,5 e 6,5. Teme o excesso de calcário no solo, pois o ferro fica indisponível para as plantas, gerando o aparecimento de cloroses nas folhas e crescimento reduzido. Também apresenta sensibilidade à salinidade, do solo e da água de rega, gerando

reduzido vigor e tamanho das plantas e menor número de inflorescências (Miranda e Fernandes, 2001).

O morangueiro é extremamente sensível ao déficit hídrico do solo, pelo que a irrigação torna-se indispensável para que se atinjam produções e qualidade satisfatórias (Santos *et al.*, 2005). Na altura do ano em que as temperaturas são mais elevadas, se coincidir com a fase do pico de produção, o consumo de água passa a ser muito elevado, havendo a necessidade de efetuar regas diárias em solos de textura ligeira. Estima-se que as necessidades em água desta cultura sejam de cerca de 400 a 600 mm, mais elevadas no caso de cultivares remontantes (Miranda e Fernandes, 2001).

2.4. Tipo de cultivares

A temperatura e o fotoperíodo são os fatores climáticos que mais influem na extensão do ciclo vegetativo do morangueiro. Com base na resposta dos morangueiros a estes dois fatores, as cultivares são classificadas em: de dias curtos (DC), de dias longos (DL) e indiferentes ao fotoperíodo (ID).

As cultivares DC são “não remontantes”, diferenciam os seus gomos quando os dias se tornam mais curtos (fotoperíodo < 12 horas) e a temperatura mais baixa (abaixo de 15 °C), no final do verão/princípios de outono, frutificando apenas uma vez no ano, na primavera seguinte.

As cultivares DL são “remontantes”, diferenciam os seus gomos preferencialmente em dias longos (12 ou mais horas de luz), estendendo a sua produção durante todo o verão e parte do outono. São cultivares que no nosso país praticamente já não são usadas.

As ID são cultivares “remontantes indiferentes ao fotoperíodo” (ou de dias neutros), podendo ocorrer a floração em qualquer altura do ano, se a temperatura não constituir um fator limitante (por ser demasiado baixa ou demasiado elevada), mantendo um teor hídrico do solo adequado.

2.5. Armação do solo e sua cobertura

O morangueiro necessita de uma cuidadosa preparação do terreno (Miranda e Fernandes, 2001; Lopes e Simões, 2006), preferivelmente com alfaías que não degradem a estrutura do solo (Lopes e Simões, 2006).

Atendendo ao facto do sistema radical do morangueiro ser bastante superficial, torna-se bastante importante que a área de cultivo se mantenha sempre limpa e protegida com uma cobertura que permita manter a humidade superficial, evitando, ao mesmo tempo, que as plantas espontâneas concorram por nutrientes e água com o morangueiro (Martins *et al.*, 2009), e, assim, também evitando que estas ainda promovam condições mais favoráveis para a proliferação de pragas e doenças (Fennimore, 2012; Carroll *et al.*, 2013).

Esta cultura é, geralmente, levada a cabo recorrendo a armação do solo em camalhões, na medida em que tal permite um melhor aquecimento do volume de solo que envolve o sistema radical. Este aquecimento traduz-se em alguma precocidade na produção, além de promover uma drenagem ao solo mais eficiente, reduzindo eventuais problemas por asfixia radicular, promovendo um melhor arejamento entre plantas e facilitando também a colheita (Lopes e Simões, 2006). Estes são dimensionados, mais usualmente, para cerca de 60-70 cm de largura, 30-40 cm de altura, permitindo incluir duas linhas de plantas distanciadas de 30-35 cm, e 1,0 a 1,2 m de distância entre o centro de camalhões contíguos (Miranda e Fernandes, 2001), ainda que possam ser preparados com dimensões diferentes. Aumentando a altura dos camalhões possibilita-se minimizar eventuais problemas de drenagem no terreno de cultivo dos morangos (Bolda *et al.*, 2013).

É recomendável os camalhões fiquem com uma orientação norte/sul, para encorajar um desenvolvimento vegetal e amadurecimento dos frutos mais uniforme de ambos os lados do camalhão. Se as linhas ficarem com uma orientação este/oeste, a linha de plantas do lado norte ficará sujeita a algum efeito de sombreamento por parte da linha de plantas do lado sul durante a estação invernal.

A par e aliado com a armação do solo em camalhões, a cobertura do solo com filmes de polietileno, com 30 ou 50 µm de espessura constitui atualmente uma prática generalizada na cultura comercial do morango (Strassburger *et al.*, 2009). Alguma produção é feita recorrendo a plástico branco na face superior e preto na inferior (Figura 26), plástico transparente (Figura 27), ou com outras cores (Figura 28), como castanha ou verde, apesar do recurso a plástico preto ser o mais generalizado.



Figura 26. Filme de plástico branco na face superior e preto na inferior. Fonte: Bolda *et al.* (2008).

O filme de plástico branco na face superior e preto na inferior (“branco-no-preto”) permite uma temperatura mais reduzida do solo, comparativamente com outras coberturas, atrasando as primeiras colheitas, mas favorecendo a produção de frutos de maiores dimensões e prolongando a estação de produção de frutos (Bolda *et al.*, 2008; Bolda *et al.*, 2013). Este tipo de cobertura é mais adequado para climas quentes, quando a produção ocorre durante os meses de verão e outono, para que as temperaturas da cobertura em si e do solo não atinjam valores tão elevados (Lopes e Simões, 2006). O seu efeito no controlo de infestantes é bastante bom.



Figura 27. Filme de plástico transparente, na cultura de morango. Fonte: Bolda *et al.* (2008).

O filme de plástico transparente permite um maior aquecimento do solo, principalmente durante o período invernal, estimulando mais o desenvolvimento e aumentando a produção precoce e total, sobretudo em climas mais frios (Bolda *et al.*, 2008; Bolda *et al.*, 2013).

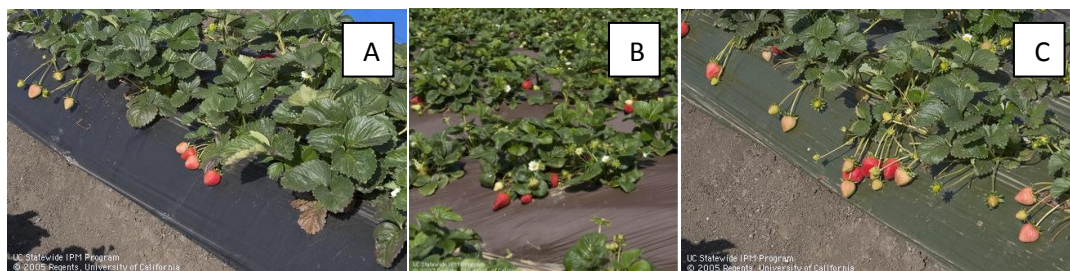


Figura 28. **A** – Filme de plástico preto opaco; **B** – Filme de plástico castanho opaco; **C** – Filme de plástico verde opaco. Bolda *et al.* (2008).

Os filmes opacos preto, castanho e verde permitem um aquecimento considerável do solo (mas menor que o que ocorre com plástico transparente), e geralmente permitem um bom controlo de infestantes, apesar da junça muitas vezes o conseguir furar. O plástico preto é mais suscetível de causar queimaduras dos frutos, especialmente se as temperaturas estiverem acima de 32 °C (Bolda *et al.*, 2008; Bolda *et al.*, 2013).

Quando é usado filme de plástico preto, é muito importante que este fique em contacto direto com o solo, para permitir mantê-lo a uma temperatura ligeiramente superior nos meses de final do outono e nos de inverno, para possibilitar um mais rápido e adequado desenvolvimento das plantas nessa altura do ano. Caso ocorra a existência de bolsas de ar entre o filme plástico e o solo, daí resultarão, pelo contrário, temperaturas do solo mais baixas, com a consequência do crescimento aéreo e radical dos morangueiros ficar, significativamente, mais reduzido (Poling, 2002).

O recurso a palhas (Figura 29), acículas ou casca de pinho, ou outro material orgânico (Figura 30) para cobrimento do solo nesta cultura é, desde há longa data, uma prática bastante comum, mas geralmente restrita a produções de pequena escala. O cobrimento com materiais orgânicos, contudo, implica frequentemente ainda algum controlo manual das infestantes, pois não impede o desenvolvimento de todas.



Figura 29. Cobertura do solo com palha, na produção de morango. Fonte: <http://www.corbisimages.com>.



Figura 30. Cobertura do solo com casca de arroz, na produção de morango. Fonte: Darolt (2008).

Os materiais orgânicos que permitem permeabilidade, além de constituírem, à partida, uma solução de controlo de infestantes, sem os problemas ecológicos associados às telas plásticas, permitem ainda fazer uma condução dos morangueiros através do sistema “*matted-row*” (Weber, 2003; Strawberry Plants.org, 2010b) (Figura 31). Através deste sistema, deixa-se que os estolhos produzidos se espalhem livremente e enraízem ao longo de linhas com cerca de 60 cm de distância entre si (Strawberry Plants.org, 2010b).

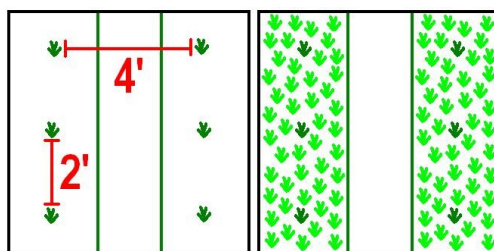


Figura 31. Esquema do sistema “*matted-row*” de condução de morangueiros. Fonte: Strawberry Plants.org (2010b).

As coberturas feitas por materiais orgânicos, ao permitirem a penetração de água da chuva e o recurso a rega por aspersão, propiciam ainda níveis de humidade no solo mais elevados, comparativamente com coberturas plásticas não permeáveis, caso não seja providenciada rega adequada pelo sistema de gota-a-gota (Schonbeck e Evanylo, 1998). Podem permitir também produções superiores no final de época, face às referidas coberturas plásticas (Schonbeck e Evanylo, 1998).

A aplicação de cobertura sobre o solo, no âmbito da cultura do morango, apresenta diversas vantagens, nomeadamente (Lopes e Simões, 2006; Strassburger *et al.*, 2009):

- evita o crescimento de ervas infestantes;
- minimiza as perdas de água do solo por evaporação, com aumento da eficiência da rega, economia de água e energia, além de que pela manutenção de suprimentos hídricos às plantas mais regulares, cria-se um ambiente mais favorável para uma produção de morangos de melhor calibre, ao longo da estação de crescimento, e, também, prolonga o período de frutificação;
- evita o contacto direto dos frutos com a terra, permitindo frutos mais limpos e com menos podridões;
- modifica o microclima do solo, inclusive com redução das oscilações de temperatura no mesmo;
- reduz perdas de nutrientes por escoamento superficial;

-
- reduz eventuais riscos de salinidade à superfície do solo;
 - permite incrementar o teor de matéria orgânica e de nutrientes ao solo e exerce um efeito benéfico sobre a estrutura deste, o que favorece o desenvolvimento radical, se usadas coberturas orgânicas;
 - permite uma redução na incidência de contaminações provocadas por fungos, especialmente aqueles que ocasionam podridões de frutos, e uma redução na mão-de-obra e colocação em comparação com outras opções de coberturas, se usadas coberturas plásticas.

Para diversos tipos de solo, o uso de plásticos impermeáveis por grandes áreas pode, contudo, aumentar as dificuldades de drenagem de água no terreno após elevada precipitação, atendendo a que cerca de 50 % do mesmo fica impermeabilizado. Nessas condições, terrenos com declive superior a 2 % ficam mais sujeitos a sofrer de erosão (Poling, 2002). A cobertura das entrelinhas com resíduos orgânicos e uma disposição das linhas respeitando curvas de nível permitem, contudo, minimizar este problema (Figura 32).



Figura 32. Produção de morangos recorrendo a armação do solo em camalhões cobertos com plástico preto, usando palha para a cobertura das entrelinhas e disposição das linhas segundo as curvas de nível. Fonte: <http://www.foodessa.com>.

A rega é mais frequentemente veiculada através de sistema de gota-a-gota, permitindo a realização de fertirrigação. Como as plantas possuem um sistema radical superficial, raramente ultrapassando os 30 cm de profundidade, este sistema adapta-se bem à cultura (Miranda e Fernandes, 2001).

2.6. Variação de parâmetros de produção em função de variações de cobertura do solo

Ensaio levado a cabo por Kivijärvi *et al.* (2002) revelaram que o recurso a diferentes coberturas do solo afeta significativamente o crescimento vegetativo dos morangueiros, em função do número de estolhos anuais. Integrando em avaliação filme de polietileno preto, tela de fibra de linho, massa vegetal ainda verde, palha de cevada, casca de trigo-sarraceno e aparas de madeira de pinho e de bétula, estes autores constataram que as coberturas de polietileno preto e de casca de trigo-sarraceno permitiram os crescimentos vegetativos mais acentuados. Neste último caso foi de realçar, ainda, a maior densidade de folhagem, provavelmente devido ao maior teor em azoto dos resíduos em causa, mas também uma maior incidência de infeção por *Botrytis cinerea* nos frutos, reduzindo o período de vida útil dos mesmos. O filme de polietileno preto foi o que permitiu, de todas as coberturas testadas, as melhores produções comercializáveis. As coberturas de aparas de madeira, nomeadamente de bétula, originaram os crescimentos mais fracos, mas também menor incidência de doenças nos frutos.

Birkeland *et al.* (2002), em ensaios levados a cabo durante 4 anos recorrendo a filme de polietileno preto, palha de cevada e casca fresca de espruce (*Picea*), verificaram que a primeira destas coberturas permitiu a maior produção total e a de melhor qualidade nos primeiros 3 anos, ainda que também aquela onde a incidência de doenças nos frutos tenha sido maior. A de casca de espruce permitiu obter a produção mais elevada no 4º ano e, das duas coberturas orgânicas, também foi esta que permitiu produtividades superiores e menor incidência de doenças nos frutos.

IV. METODOLOGIAS

Todos os ensaios de controlo de infestantes e de produção de morangos foram levados a cabo na Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), na zona de ensaios ao ar livre geralmente usada pela Secção de Solos deste estabelecimento de ensino. Os ensaios decorreram em vasos, para evitar a possibilidade de se contribuir para mais proliferação das referidas infestantes nos terrenos circundantes.

No final foram avaliados diferentes parâmetros, tradutores da produtividade obtida, associados aos morangueiros e às plantas infestantes, no intuito de se averiguar alguma relação entre o tipo de cobertura do solo utilizada e esses parâmetros.

1. Ensaio em vasos

No âmbito dos ensaios que foram realizados em vaso, explicita-se a forma como foi feito o delineamento experimental, como foi preparado o substrato, o material vegetal e as coberturas do solo usados e, também, as dotações de rega aplicadas.

1.1. Delineamento experimental

Para este estudo foram testadas 5 modalidades diferentes – (1) plástico preto de polietileno, usado geralmente para a produção de morangos; (2) tela anti-ervas de polipropileno, permeável ao ar e água; (3) tela protótipo (*Cyperus longus*); (4) casca de pinho calibrada; e (5) sem tela – tanto com a infestante grama (*Cynodon dactylon*) como com a infestante junça (*Cyperus rotundus*). Para cada uma destas modalidades realizaram-se 5 repetições (com 1 morangueiro por repetição), daí resultando, no seu conjunto, 50 vasos (Tabela 1 e Figuras 33 e 34). A estes juntaram-se mais 5 vasos em que apenas foram instalados morangueiros, correspondendo à testemunha ou referência, para averiguar o potencial produtivo desta cultura sem qualquer interferência, tanto ao nível de competição por infestantes como por cobrimento do solo.

Foram usados vasos de plástico preto com capacidade de 25 L.

Tabela 1. Identificação das modalidades usadas no âmbito do estudo.

	Morangueiro + infestante grama (<i>Cynodon dactylon</i>)	Morangueiro + infestante junça (<i>Cyperus rotundus</i>)	Morangueiro sem infestantes
Tela de polietileno preto	PE-G	PE-J	-
Tela de polipropileno	PP-G	PP-J	-
Tela protótipo	PT-G	PT-J	-
Casca de pinho	Pinho-G	Pinho-J	-
Sem cobertura do solo	G	J	M



Figura 33. Aspeto do ensaio com as plantas em fase inicial de crescimento, antes da colocação das coberturas do solo nos vasos.

J ₅	PP-J ₅
PE-J ₅	Pinho-J ₅
PT-J ₅	PT-J ₄
Pinho-J ₄	PP-J ₄
PE-J ₄	J ₄
PT-J ₃	Pinho-J ₃
J ₃	PP-J ₃
PE-J ₃	Pinho-J ₂
	J ₂
PP-J ₂	PE-J ₂
Junça ₁	PT-J ₂
PT-J ₁	PE-J ₁
Pinho-J ₁	PP-J ₁
M ₁	M ₂

PT-G ₅	PP-G ₅
Pinho-G ₃	PE-G ₅
PT-G ₄	Pinho-G ₅
PP-G ₄	G ₅
Pinho-G ₄	PE-G ₄
G ₄	PT-G ₃
G ₃	PP-G ₃
PE-G ₃	Pinho-G ₂
Pinho-G ₁	G ₂
PT-G ₂	PP-G ₂
M ₄	PE-G ₂
PP-G ₁	PT-G ₁
M ₃	PE-G ₁
G ₁	M ₅

Figura 34. Delineamento experimental, com blocos completamente casualizados para cada infestante.

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.
1 a 5: réplicas.

Os vasos das diferentes modalidades dentro do grupo de cada uma das infestantes testadas ficaram colocados com uma distribuição perfeitamente aleatória entre si. O corredor central de passagem ficou a dividir esses dois grupos, correspondentes cada um a uma infestante, ficando os vasos apenas com morangueiros distribuídos por ambos.

1.2. Substrato

No intuito de utilizar um substrato que se adequasse às exigências do morangueiro, e não envolvesse custos com a sua aquisição, preparou-se uma mistura de duas partes de solo já existente, em monte, junto ao local onde ficaram colocados os vasos, e uma parte de areia colhida num pequeno açude existente numa zona mais a montante dos terrenos da ESAC. Os vasos foram cheios com essa mistura entre 10 e 14 de janeiro de 2013.

Apesar de inicialmente estarem cheios até cima, o facto de terem ficado totalmente submersos com água da chuva, durante pelo menos uma semana, no final de janeiro de 2013 (o mesmo ocorrendo de novo mais tarde), gerou notória compactação do solo e consequente abaixamento do nível superior do mesmo, após abaixamento do nível da água (Figura 35). Posteriormente, a 1 de março, foram colocados tijolos de cimento por baixo dos vasos, para evitar, ou pelo menos minimizar, eventuais novas ocorrências desta natureza (Figura 36).



Figura 35. Cenário de uma das épocas em que o local dos ensaios permaneceu parcialmente inundado.



Figura 36. Vasos já mais elevados, recorrendo a tijolos de cimento.

1.3. Material Vegetal

O material vegetal usado para este trabalho consistiu em propágulos de grama e de junça e em morangueiros da cultivar 'Albion'.

Rebentos de grama, com cerca de 5 a 10 cm de comprimento de parte aérea, foram colhidos, a 10 de janeiro de 2013, junto do monte de terra que serviu para preparação da mistura de substrato colocado nos vasos, e transplantados logo após o enchimento de 25 vasos nesse mesmo dia. Por vaso, foram colocados 4 rebentos desta espécie (Figura 37).



Figura 37. Vasos com morangueiros e grama (*Cynodon dactylon*).

Quanto à junça (*Cyperus rotundus*), apenas a 1 de março foi feita a transplantação, para outros 25 vasos, de rebentos provenientes de uma das estufas existentes na zona do Caldeirão (terreno da ESAC), na medida em que no exterior esta espécie ainda se mantinha em estado dormente, devido às baixas temperaturas. Foi colocado o mesmo número de propágulos desta espécie por cada vaso (Figura 38).



Figura 38. Vasos com uma planta de morangueiro e diversas plantas de junça (*Cyperus rotundus*).

Os morangueiros da cultivar ‘Albion’ foram adquiridos a um viveiro comercial certificado e instalados no dia 1 de março, com colocação de 1 planta em cada um dos 55 vasos. Recorreu-se a esta cultivar por ser uma das que ao tempo presente do decurso deste trabalho, mais se recorria para produção comercial de morangos no nosso país, e, portanto, uma das que foi mais fácil adquirir plantas no mercado.

1.3.1. Cultivar ‘Albion’

Esta cultivar constituía por inícios de 2013 o mais recente genótipo de morangueiro colocado em produção comercial no nosso país, sendo proveniente do programa de melhoramento de morango desenvolvido na Universidade da Califórnia, Davis (Figuras 39 e 40). Com lançamento em 2006 pelo Professor Douglas Shaw’s, em seguimento da cultivar ‘Diamante’, trata-se de uma cultivar remontante indiferente ao fotoperíodo (de dia neutro), obtida pelo cruzamento ‘Diamante’ x Cal94.16-1 (Strawberry Plants.org, 2010a). O fruto tem como características gerais ser grande, apresentar excelente sabor e cor vermelha no interior e exterior. As plantas desta cultivar caracterizam-se por serem moderadamente vigorosas, de alta produtividade e com período de produção bastante longo. É tolerante à maioria dos agentes patogénicos do solo e moderadamente suscetível ao oídio (Bolda *et al.*, 2013). É considerada resistente à murchidão provocada pelo fungo *Verticillium*, à podridão da coroa provocada por *Phytophthora*, e relativamente resistente à antracnose (Martins *et al.*, 2009; Strawberry Plants.org, 2010a).



Figura 39. Aspeto dos morangueiros da cultivar 'Albion'.

Fonte: http://www.organicfinefood.com.au/news/albion_cultivar.pdf.

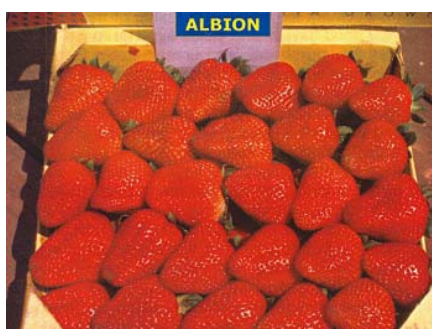


Figura 40. Aspeto dos morangos da cultivar 'Albion'.

Fonte: http://www.organicfinefood.com.au/news/albion_cultivar.pdf.

1.4. Coberturas do solo

Para as diferentes coberturas do solo, foram usadas uma tela manufaturada com fibras de *Cyperus longus*, referida neste trabalho como tela protótipo (PT), uma tela de polipropileno (PP), uma tela de polietileno preto (PE) e casca de pinho (Pinho).

As fibras de *Cyperus longus* são desde há muito usadas para o fabrico de artesanato na zona da Beselga, pertencente ao Município de Penedono, distrito de Viseu. Assim, encomendaram-se a artesãos, daí, para manufaturarem um protótipo de tela que servisse como cobertura de solo para os vasos usados. Estas telas (Figura 41), ficaram com a espessura de cerca de 1 cm, diâmetro de 31 cm e um orifício ao centro com diâmetro de cerca de 5,5-6 cm.



Figura 41. Tela protótipo de *Cyperus longus* usada nos ensaios.

A tela de polipropileno, permeável ao ar e à água, com a referência de “GEOCLEAN UV” da Geolia, apresenta 90 g/m² e tratamento anti-UV (Figura 42). A sua etiqueta referia que tem a capacidade de impedir o crescimento das ervas daninhas durante cerca de 24 meses.



Figura 42. Tela de polipropileno. **A** – Recorte de tela; **B** – Tela colocada no vaso com planta recentemente transplantada; **C** – Tela colocada no vaso com morangueiro já mais desenvolvido.

O plástico preto de polietileno é de 40 µm de espessura, e tem a referência de “GEOBERRY” da Geolia (Figura 43).



Figura 43. Plástico preto de polietileno já colocado nos vasos.

As telas de polietileno e de polipropileno foram presas junto à superfície interior dos vasos, recorrendo a 4 grampos de arame em forma de “U”, para evitar saírem da posição correta ou mesmo serem levados pelo vento.

Recorreu-se a casca de pinho (Figura 44), com uma espessura sobre o solo de cerca de 7-8 cm.



Figura 44. Vaso com cobertura do solo com casca de pinho e morangueiro em fase inicial de crescimento.

Todas as coberturas do solo foram colocadas nos dias 26 e 27 de abril, imediatamente após o corte, rente ao solo, das infestantes.

1.5. Regas

O critério usado para definir a dotação de rega a aplicar foi a percepção de que o quantitativo aplicado à generalidade dos vasos fosse suficiente para satisfazer as necessidades das plantas instaladas entre cada duas colheitas de morangos.

Para que o fator rega não constituísse só por si um fator influenciador dos resultados entre modalidades diferentes, o volume de água administrado de cada vez, a cada vaso, foi sempre o mesmo para todas as modalidades.

As regas foram feitas recorrendo a água proveniente do ribeiro que se encontra próximo da área de ensaios, de acordo com um escalonamento como se apresenta na Tabela 2. Em maio apenas foi necessário providenciar uma rega, atendendo ao tempo fresco e abundância de chuva que se fez sentir.

Tabela 2. Escalonamento das regas providenciadas às plantas instaladas.

Data	Débito de rega por cada vaso
4 maio	220 ml
1 junho	220 ml
5 junho	440 ml
12 junho	440 ml
14 junho	440 ml
19 junho	440 ml
21 junho	440 ml
25 junho	500 ml
28 junho	500 ml
2 julho	500 ml
5 julho	500 ml
9 julho	1000 ml

2. Avaliação de resultados

Os parâmetros analisados, além de uma análise sumária ao solo (Anexos IA e IB), foram parâmetros de fácil avaliação nos morangos (número, dimensões e peso (Anexo II)), o peso da parte aérea dos morangueiros (Anexo III), o quantitativo de plantas de junça e o peso da parte aérea de ambas as infestantes (Anexo V).

Aquando da finalização do enchimento dos vasos com a mistura de duas partes de solo para uma de areia, foi pedida uma análise sumária dessa mistura, abrangendo os parâmetros: textura manual, percentagem de terra fina, percentagem de matéria orgânica, pH, teor de P_2O_5 (mg/1000 g), teor de K_2O (mg/1000 g), teor de Ca^{2+} (mg/100 g) e teor de Mg^{2+} (mg/100 g). Paralelamente, foi também pedida uma análise granulométrica do solo, para a discriminação das frações de areia grossa, areia fina, limo e argila, bem como a averiguação da classe de textura.

Ao longo de todo o período dos ensaios, até 9 de julho, foi feita uma ou duas colheitas semanais dos morangos e feito o registo da produção de frutos obtida em cada vaso, por modalidade (número de frutos, peso fresco, comprimento e largura). Tais procedimentos foram realizados nos dias: 31 de maio, 5, 7, 12, 14, 19, 21, 25 e 28 de junho e 2, 5 e 9 de julho. Quando nos morangos colhidos se verificaram partes roídas, por lesmas ou por miriápodes, ao peso real obtido acresceu-se uma estimativa de peso correspondente a uma percentagem atribuída ao volume que ali estaria em falta, por forma a minimizar, tanto quanto possível, o efeito desse fator externo ao delineamento experimental.

Findo o período de ensaios, foi avaliada a eficácia de controlo das duas infestantes, através da contagem do número de rebentos vivos das mesmas e pela pesagem da sua parte aérea em estado verde e, posteriormente, também em estado seco (com secagem em estufa a 65 °C, durante 33 horas e meia).

O crescimento dos morangueiros foi também avaliado através de pesagem da sua massa verde e seca da parte aérea.

3. Análise estatística

Para averiguar se ocorreram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre as modalidades testadas (diferentes coberturas do solo) e, assim, melhor analisar o efeito desses tratamentos no peso fresco e seco das infestantes e dos morangueiros, no peso fresco, comprimento e largura dos morangos e no número de plantas de junça, procedeu-se à análise de variância (One-way ANOVA, através do programa STATISTICA[®], versão 7.0) (Anexo VI). Como variáveis dependentes foram utilizados os pesos secos e frescos, as dimensões dos morangos e o quantitativo das infestantes, e como variáveis independentes, ou fatores principais, as diferentes modalidades testadas.

Perante a ocorrência de diferenças significativas, isto é, quando os fatores principais explicavam parte significativa da variância observada, procedeu-se à realização de um teste de comparação múltipla de médias, teste de Duncan, para um nível de significância inferior a 5 % (Duncan, 1955). Com este teste pretendeu-se identificar a(s) melhor(es) modalidade(s), avaliando o seu efeito no peso fresco e seco das infestantes e dos morangueiros, bem como no peso fresco, comprimento e largura dos morangos e no número de plantas de junça.

V. RESULTADOS

Os resultados obtidos nestes ensaios e apresentados nesta secção dizem respeito às análises de solo, à produtividade dos morangueiros, tanto ao nível dos seus frutos como da sua parte aérea, e, ainda, ao desenvolvimento de cada uma das infestantes usadas.

1. Análise da mistura de solo

Os resultados das análises de solos são apresentados nos Anexo IA e IB.

A análise granulométrica revelou que a amostra tinha uma classe de textura areno-franca, com cerca de 69,41 % de areia grossa, 15,74 % de areia fina, 8,47 % de limo e 6,38 % de argila. A textura manual foi caracterizada como média, com 75,13 % de terra fina. A amostra revelou ainda 1,14 % de matéria orgânica (teor baixo), pH = 7,5 (neutro), 106 mg de P₂O₅/1000 g (valor elevado), 89 mg de K₂O/1000 g (valor médio), 11,03 me/100 g de Ca²⁺ (valor alto), e 0,35 me Mg²⁺ (valor muito baixo).

2. Produtividade dos morangueiros

A produtividade dos morangueiros foi avaliada, para cada modalidade, através do número de morangos por vaso, do seu peso fresco e calibre, e, ainda, através do peso fresco e seco da parte aérea destas plantas.

Os dados que dizem respeito aos frutos estão discriminados no Anexo II e os que dizem respeito aos morangueiros no Anexo III.

2.1. Frutos

a) Número médio de frutos por vaso e total por modalidade

Os quantitativos, médio de morangos produzidos em cada vaso e total por modalidade, são representados na Figura 45.

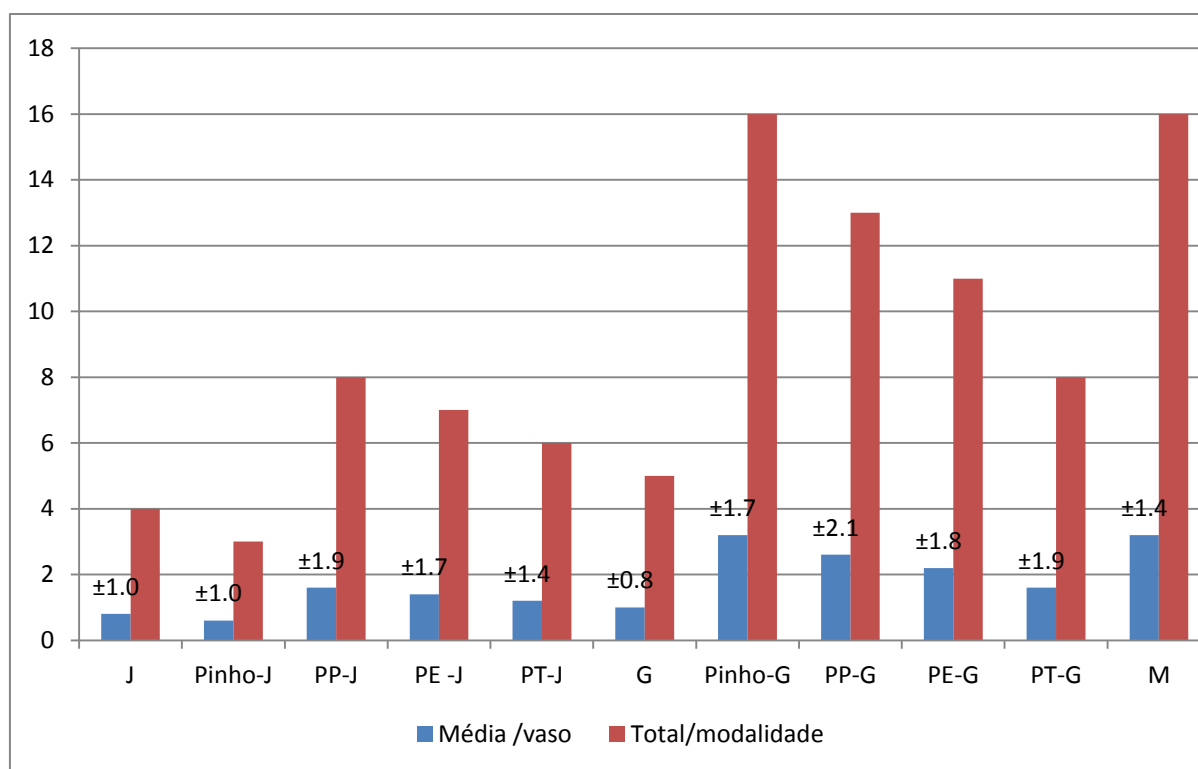


Figura 45. Número médio de morangos produzidos por vaso e respectivo desvio-padrão (N=5), e total por modalidade.

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

O valor máximo de morangos produzidos por modalidade foi obtido na modalidade testemunha (16 morangos), a par com a modalidade com presença de infestante grama e cobertura do solo com casca de pinho.

Nas modalidades com grama, o número total de morangos produzidos foi sempre superior ao correspondente às modalidades homólogas com junça.

Para cada infestante, de entre as modalidades com diferentes telas, as com polipropileno foram as onde se verificou uma maior produção total de frutos, seguindo-se-lhes as com polietileno e, depois, com tela protótipo.

Atendendo aos dados obtidos, verificou-se que o número médio de morangos por vaso variou entre 0,6 ($\pm 0,6$) e 3,2 ($\pm 1,0$), sem que, contudo, tais diferenças fossem estatisticamente significativas, de acordo com os resultados de ANOVA, uma vez que o parâmetro $p = 0,384684 > 0,05$ (Anexo VI).

b) Peso fresco, comprimento e largura dos morangos

Os resultados sobre as variações de peso fresco, comprimento e largura dos frutos produzidos por modalidade são apresentados nas Figuras 46, 47 e 48, respectivamente, e na Tabela 3.

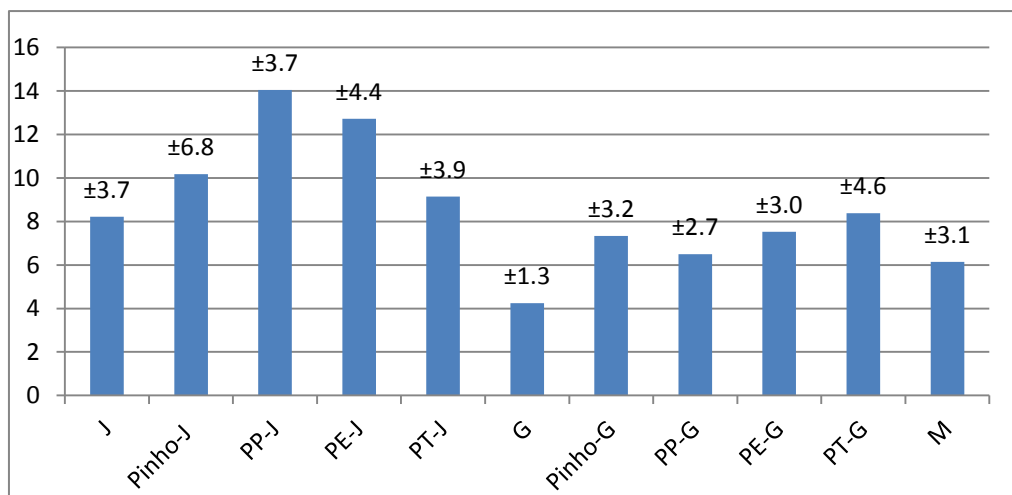


Figura 46. Peso fresco médio (g) e respectivo desvio-padrão dos morangos produzidos por modalidade (N variável).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

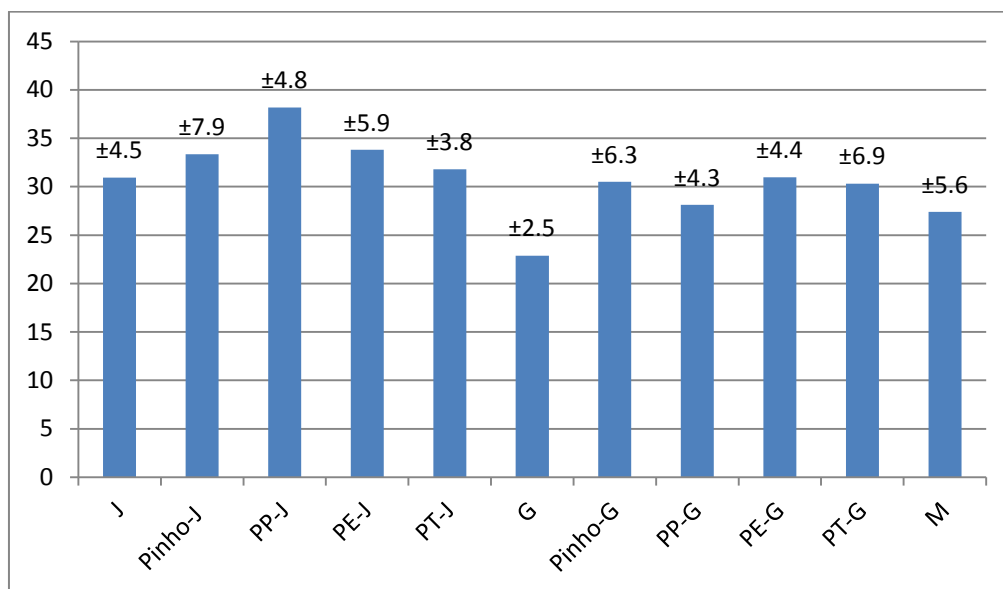


Figura 47. Comprimento médio (mm) e respectivo desvio-padrão dos morangos produzidos por modalidade (N variável).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

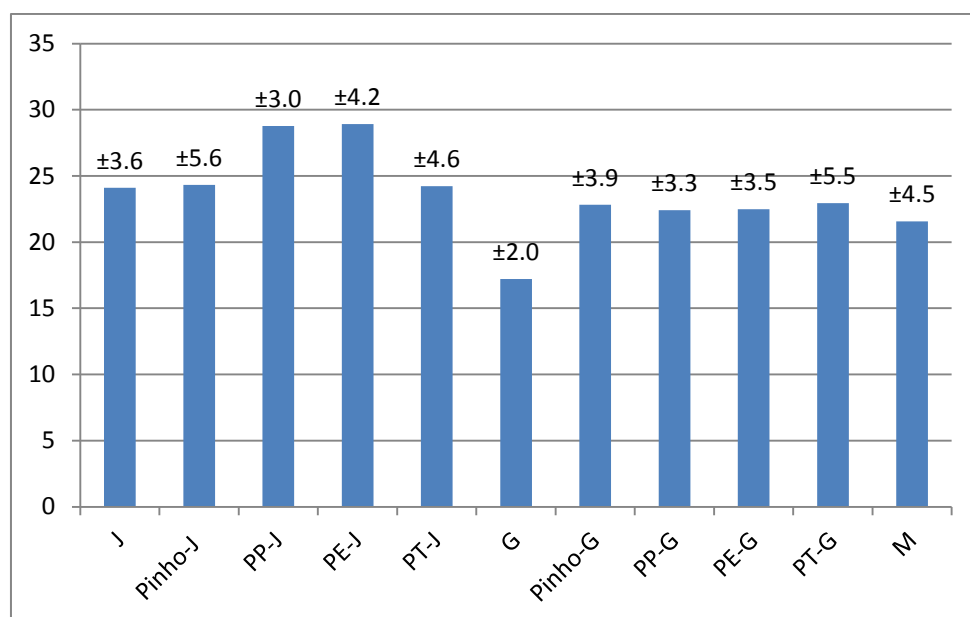


Figura 48. Largura média (mm) e respectivo desvio-padrão dos morangos produzidos por modalidade (N variável).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

Como, de acordo com a análise de variância (ANOVA), se verificou $p < 0,05$, existem diferenças significativas entre as modalidades. Assim, foi aplicado o teste estatístico de Duncan, seguindo os resultados do mesmo na Tabela 3.

Tabela 3. Efeito das modalidades nos parâmetros peso fresco, comprimento e largura dos morangos.

Modalidade	N	Média ± SE ¹		
		Peso fresco (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
J	4	8,2 ± 2,3 ^{abc}	30,9 ± 3,2 ^{abc}	24,1 ± 2,1 ^{bc}
Pinho-J	3	10,2 ± 5,1 ^{bcd}	33,4 ± 7,0 ^{bc}	24,3 ± 4,2 ^{bc}
PP-J	8	14,0 ± 1,7 ^d	38,2 ± 1,9 ^c	28,8 ± 1,4 ^c
PE-J	7	12,7 ± 2,2 ^{cd}	33,8 ± 3,5 ^{bc}	28,9 ± 2,0 ^c
PT-J	6	9,1 ± 2,3 ^{abcd}	31,8 ± 2,2 ^{abc}	24,2 ± 2,4 ^{bc}
G	5	4,2 ± 0,9 ^a	22,9 ± 1,5 ^a	17,2 ± 1,3 ^a
Pinho-G	16	7,3 ± 0,9 ^{abc}	30,5 ± 1,9 ^{abc}	22,8 ± 1,3 ^{abc}
PP-G	13	6,5 ± 0,9 ^{ab}	28,1 ± 1,5 ^{ab}	22,4 ± 1,2 ^{ab}
PE-G	11	7,5 ± 1,2 ^{abc}	31,0 ± 1,8 ^{abc}	22,5 ± 1,4 ^{ab}
PT-G	8	8,4 ± 2,0 ^{abc}	30,3 ± 3,4 ^{abc}	23,0 ± 2,3 ^{abc}
M	16	6,1 ± 1,0 ^{ab}	27,0 ± 1,9 ^{ab}	21,6 ± 1,3 ^{ab}

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de confiança de 95 % com $p < 0,05$ (SE - Erro padrão).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

As modalidades com grama originaram morangos de peso fresco, comprimento e largura médios sempre inferiores às suas homólogas com junça. No entanto, as diferenças entre as modalidades de grama face às de junça apenas foram estatisticamente significativas entre as com cobertura de polipropileno. Quanto à largura, as diferenças estatisticamente significativas entre essas modalidades verificaram-se também com as com cobertura de polietileno.

Para cada infestante, nas modalidades sem cobertura do solo, o peso, comprimento e largura dos morangos foram sempre inferiores aos das modalidades com cobertura do solo. No entanto, apenas se verificaram diferenças estatisticamente significativas relativamente ao peso de morangos entre a modalidade com junça sem cobertura do solo e a com junça com cobertura de tela de polipropileno.

O peso, comprimento e largura dos morangos da modalidade com a infestante grama sem cobertura do solo foram inferiores aos da testemunha, mas sem diferenças estatisticamente significativas. Para todas as restantes modalidades esses quantitativos foram superiores à testemunha, mas, no caso do peso e da largura dos morangos, com diferenças estatisticamente significativas para as modalidades de junça com telas de polietileno e de polipropileno. Entre os valores dos comprimentos verificaram-se diferenças estatisticamente significativas face à testemunha apenas para a modalidade de junça com cobertura de polipropileno.

2.2. Parte vegetativa dos morangueiros

a) Pesos fresco e seco dos morangueiros

As variações entre modalidades nos pesos fresco e seco da parte aérea dos morangueiros, findo o período de ensaios (9 de julho), são apresentadas na Figura 49, como a média dos resultados de 5 réplicas (os dados obtidos em cada réplica encontram-se no Anexo III).

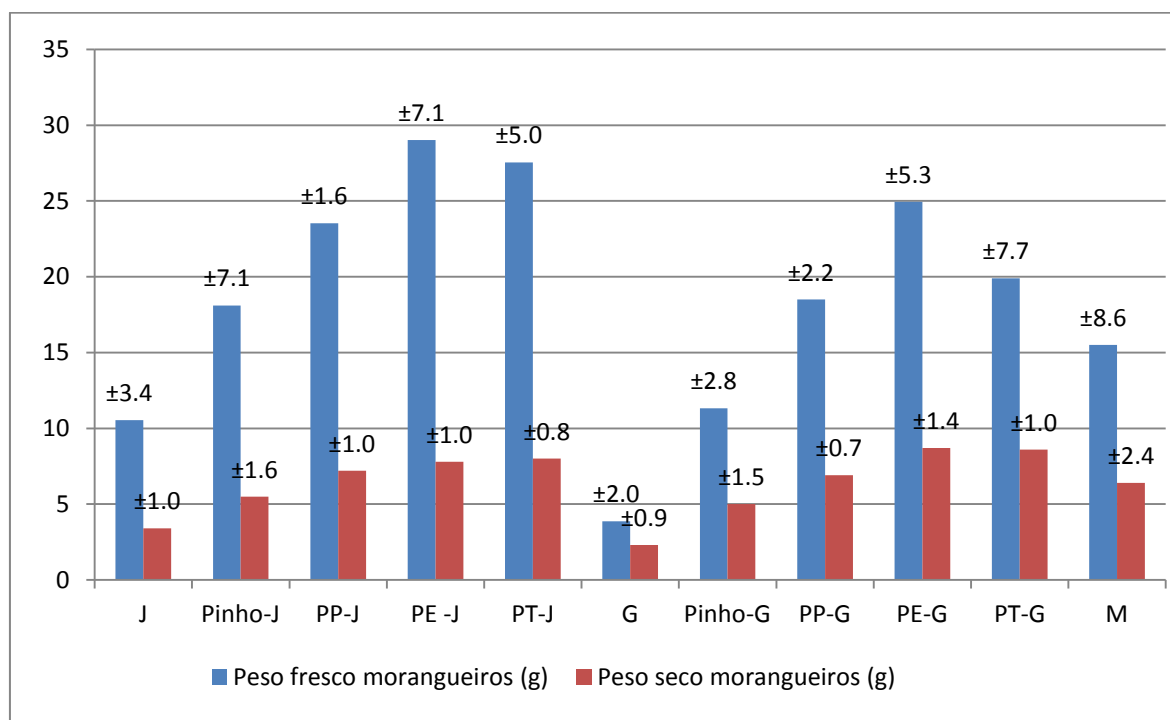


Figura 49. Pesos fresco e seco médios (g) e respectivos desvios-padrão da parte aérea dos morangueiros no final do período de ensaios, para as diferentes modalidades (N=5).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

Como, de acordo com a análise de variância (ANOVA), se verificou $p < 0,05$ para os dados considerados, registaram-se diferenças significativas entre as modalidades. Assim, foi aplicado o teste estatístico de Duncan, seguindo os resultados desse teste na Tabela 4, acompanhados da percentagem de redução do peso, consequência da secagem, da parte aérea dos morangueiros.

Tabela 4. Efeito das modalidades testadas nas variáveis dependentes pesos fresco e seco dos morangueiros.

Modalidade	Peso fresco morangueiros (g), (média ± SE) ¹	Peso seco morangueiros (g), (média ± SE) ¹	Porcentagem de redução do peso ²
J	10,6 ± 2,2 ^{de}	3,4 ± 0,6 ^{de}	67,4 %
Pinho-J	18,1 ± 3,8 ^{bcd}	5,5 ± 1,0 ^{bcd}	69,6 %
PP-J	23,5 ± 1,1 ^{abc}	7,2 ± 0,6 ^{abc}	69,5 %
PE-J	29,0 ± 4,5 ^a	7,8 ± 0,7 ^{ab}	73,2 %
PT-J	27,5 ± 3,3 ^{ab}	8,0 ± 0,5 ^{ab}	71,0 %
G	3,9 ± 1,3 ^e	2,3 ± 0,6 ^e	41,2 %
Pinho-G	11,3 ± 1,5 ^{de}	5,0 ± 0,6 ^{cd}	55,7 %
PP-G	18,5 ± 1,3 ^{bcd}	6,9 ± 0,4 ^{abc}	62,6 %
PE-G	25,0 ± 3,2 ^{abc}	8,7 ± 0,8 ^a	65,0 %
PT-G	19,9 ± 3,3 ^{abcd}	8,6 ± 0,6 ^a	56,9 %
M	15,5 ± 5,4 ^{cd}	6,4 ± 1,6 ^{abc}	58,7 %

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de confiança de 95 % com p<0,05 (SE - Erro padrão).

² A bold valores de percentagens de redução mais acentuadas do peso (modalidades com junça).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

Através dos dados expostos, é possível verificar uma variação de pesos muito análoga entre modalidades homólogas para cada infestante, apenas com valores, na maior parte, um pouco superiores no caso dos morangueiros nas modalidades com junça face às modalidades homólogas com grama. As diferenças não foram, contudo, estatisticamente significativas.

É interessante verificar que, para o caso do peso seco, nas modalidades em que se recorreu às telas de polietileno e protótipo as médias de peso seco dos morangueiros nos vasos com a infestante grama foram superiores aos seus homólogos com junça, mas sem diferenças estatisticamente significativas.

A presença de quaisquer das três diferentes telas permitiu, sempre, a obtenção de pesos, fresco e seco, da parte aérea dos morangueiros, superiores à testemunha. No entanto, só se verificaram diferenças estatisticamente significativas face à testemunha nas modalidades com junça tanto com tela de polietileno como com tela protótipo, no caso do peso fresco.

Ainda que tenha havido ligeira superioridade de pesos de massa foliar quando o plástico preto de polietileno foi usado como cobertura, seguindo-se-lhe a tela protótipo e, seguidamente, a tela permeável de polipropileno, essas diferenças não se mostraram estatisticamente significativas.

Nas modalidades com cobertura de casca de pinho, os pesos fresco e seco foram, na sua maioria, inferiores à testemunha, com exceção da modalidade com junça no caso do peso fresco, mas sem diferenças estatisticamente significativas.

Nas modalidades sem cobertura do solo os morangueiros apresentaram pesos fresco e seco inferiores à testemunha, maioritariamente, com diferenças estatisticamente significativas, exceto na modalidade com junça para o peso fresco.

Atendendo às percentagens de redução de peso verificadas aquando da secagem da parte foliar dos morangueiros, nota-se que essa redução foi sempre mais significativa nas plantas das modalidades que incluíam a infestante junça. Desse facto resultou alguma discrepância de variação, de fresco a seco, entre os pesos relativos às diferentes modalidades, mas também se confirmam os melhores resultados da tela de polietileno, seguindo-se-lhe a tela protótipo, depois a de polipropileno e, finalmente, a cobertura de casca de pinho.

3. Produtividade das infestantes vs. eficácia de controlo sobre as mesmas

A eficácia de controlo por parte das diferentes coberturas do solo sobre cada uma das duas infestantes pode ser inferida através do número de rebentos resultantes e, ainda, do peso da massa vegetal aérea criada no decurso de cada tratamento.

Os dados que dizem respeito ao número de plantas de junça por vaso estão indicados no Anexo IV, e os pesos fresco e seco de cada uma das infestantes estão indicados no Anexo V.

3.1. Facilidade de penetração através das coberturas do solo

O quantitativo médio de plantas de junça obtidas por vaso, em cada modalidade, no final dos ensaios é apresentado na Figura 50 e Tabela 5.

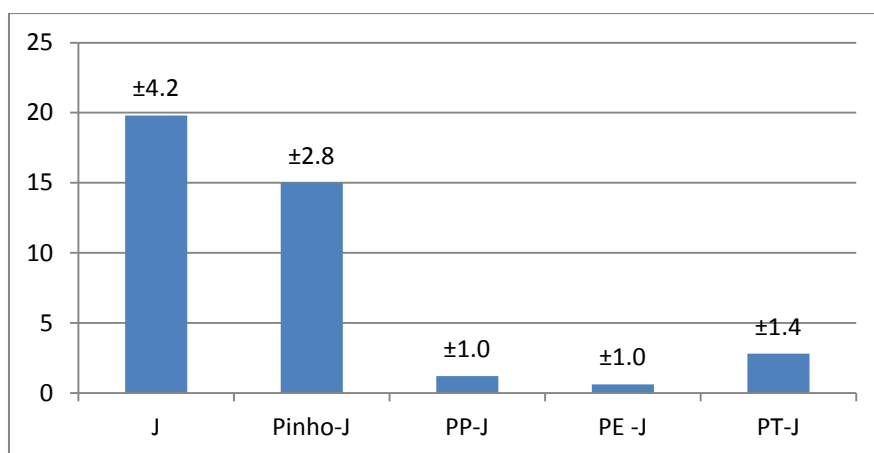


Figura 50. Número médio e respetivo desvio-padrão de plantas de junça existentes, por vaso, no final dos ensaios (N=5).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo.

Como, de acordo com a análise de variância (ANOVA), se verificou $p < 0,05$ para os dados considerados, existem diferenças significativas entre as modalidades. Assim, foi aplicado o teste estatístico de Duncan, seguindo os resultados do mesmo na Tabela 5.

Tabela 5. Efeito das modalidades testadas na variável dependente número de plantas de junça.

Modalidade	Número de plantas de junça, por ordem decrescente (média \pm SE) ¹
J	$19,8 \pm 2,3^a$
Pinho-J	$15,0 \pm 1,8^b$
PT-J	$2,8 \pm 0,9^c$
PP-J	$1,2 \pm 0,6^c$
PE-J	$0,6 \pm 0,6^c$

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de confiança de 95 % com $p < 0,05$ (SE - Erro padrão).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo.

Considerando o número médio de plantas de junça obtidas sem qualquer cobertura do solo, verifica-se que todas as coberturas exerceram algum efeito inibidor da rebentação destas infestantes, e com diferenças estatisticamente significativas face à modalidade com solo descoberto. No entanto, no caso da casca de pinho o efeito de redução no crescimento de junça foi bastante menor, com diferença estatisticamente significativa face às restantes coberturas do solo.

O plástico preto de polietileno e a tela de polipropileno foram muito eficazes no controlo de junça, apenas falhando ligeiramente nesse controlo devido à presença do orifício central feito para a instalação dos morangueiros (Figura 51). A tela protótipo evidenciou-se também como uma boa ferramenta de controlo, ainda que algumas, poucas, plantas das infestantes tivessem conseguido atravessar a malha de fibras constituintes da tela.



Figura 51. Pormenor de planta de junça a passar pelo buraco da tela de polipropileno feito para o morangueiro.

Por grande dificuldade em avaliar, com segurança, o número de plantas de grama presentes, em cada vaso, não são apresentados aqui os resultados associados a esse aspeto, sendo apenas analisada a biomassa produzida.

3.2. Pesos fresco e seco

As variações entre modalidades nos pesos fresco e seco da parte aérea das infestantes que conseguiram proliferar até ao final dos ensaios são apresentadas no gráfico da Figura 52. Não foram consideradas algumas plantas que chegaram a passar entre a borda exterior de algumas telas e a parede interior dos vasos (Figura 53).

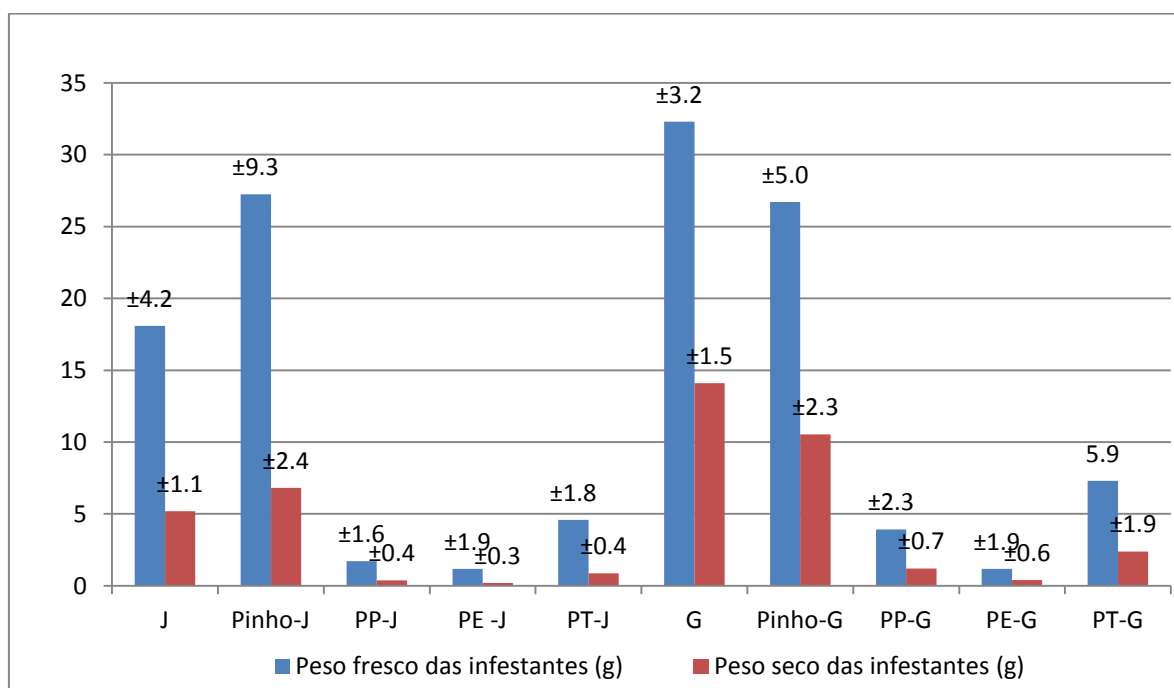


Figura 52. Pesos fresco e seco médios (g) e respetivos desvios-padrão das plantas de junça e grama que proliferaram até ao final dos ensaios (N=5).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo.



Figura 53. Pormenor de planta de junça que conseguiu atravessar entre a tela protótipo e a borda do vaso.

Como, de acordo com a análise de variância (ANOVA), se verificou $p < 0,05$ para os dados considerados, existem diferenças significativas entre as modalidades. Assim, foi aplicado o teste estatístico de Duncan, seguindo os resultados desse teste na Tabela 6,

acompanhados da percentagem de redução do peso, consequência da secagem, da parte aérea das infestantes.

Tabela 6. Efeito das modalidades testadas nas variáveis dependentes pesos fresco e seco das infestantes.

Modalidade	Peso fresco infestantes (g), (média \pm SE) ¹	Peso seco infestantes (g), (média \pm SE) ¹	Percentagem de redução do peso ²
J	18,1 \pm 2,2 ^b	5,2 \pm 0,6 ^c	71,4 %
Pinho-J	27,2 \pm 5,2 ^a	6,8 \pm 1,2 ^c	75,0 %
PP-J	1,7 \pm 1,0 ^c	0,4 \pm 0,3 ^d	77,8 %
PE-J	1,2 \pm 1,2 ^c	0,2 \pm 0,2 ^d	83,1 %
PT-J	4,6 \pm 1,2 ^c	0,9 \pm 0,2 ^d	80,6 %
G	32,3 \pm 2,0 ^a	14,1 \pm 0,9 ^a	56,3 %
Pinho-G	26,3 \pm 2,8 ^a	10,5 \pm 1,3 ^b	60,0 %
PP-G	3,9 \pm 1,6 ^c	1,2 \pm 0,4 ^d	69,1 %
PE-G	1,2 \pm 1,2 ^c	0,4 \pm 0,4 ^d	66,4 %
PT-G	7,3 \pm 3,2 ^c	2,4 \pm 1,1 ^d	67,3 %

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de confiança de 95 % com $p < 0,05$ (SE- Erro padrão).

² A bold valores de percentagens de redução mais acentuadas do peso (modalidades com junça).

J: Junça; **Pinho-J:** Junça e casca de pinho; **PP-J:** Junça e tela de polipropileno; **PE-J:** Junça e tela de polietileno; **PT-J:** Junça e tela protótipo; **G:** Grama; **Pinho-G:** Grama e casca de pinho; **PP-G:** Grama e tela de polipropileno; **PE-G:** Grama e tela de polietileno; **PT-G:** Grama e tela protótipo; **M:** apenas morangueiros.

Dos dados expostos, verifica-se que o controlo, para ambas as infestantes, obtido pela utilização dos diferentes tipos de telas foi eficaz, resultando a utilização destas em menor biomassa de infestante, com diferenças estatisticamente significativas face às modalidades sem cobertura do solo. Entre as diferentes telas não houve diferenças estatisticamente relevantes. O plástico preto de polietileno revelou-se a mais eficiente das coberturas (Figura 54), seguindo-se-lhe a tela de polipropileno e depois a tela protótipo (Figura 55).



Figura 54. Vaso com cobertura de plástico preto, com controlo total das infestantes.

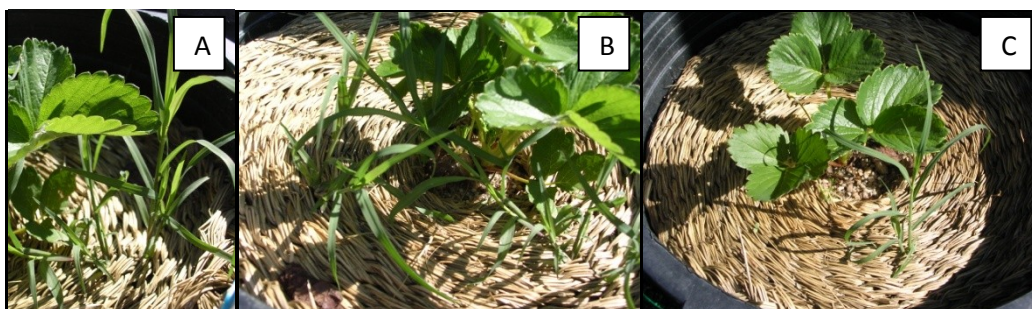


Figura 55. Algumas plantas de grama a atravessar a tela protótipo.

A casca de pinho foi a cobertura que menos efeito teve no controlo de grama (Figura 56) e de junça. Sob o efeito desta cobertura, para o caso da grama, notou-se alguma redução de peso das infestantes, mas com diferença estatisticamente significativa apenas relativamente ao peso seco. No caso da junça, o efeito da casca de pinho parece ter sido de estímulo do crescimento, já que daí resultaram pesos superiores aos da testemunha respetiva (morangueiros + grama ou morangueiros + junça), mas com diferenças estatisticamente significativas no caso, apenas, do peso fresco.



Figura 56. Plantas de grama a atravessar a camada de casca de pinho.

Atendendo às percentagens de redução de peso verificadas aquando da secagem da parte aérea das infestantes, verificou-se uma redução sempre superior nas plantas de junça, comparativamente com as de grama. Apesar da mais acentuada redução de peso das plantas de junça e de se passar a verificar uma ligeira discrepância de variação de pesos entre modalidades, do peso fresco face a seco, tal variação corrobora, ainda assim, os melhores resultados de controlo das infestantes obtidos com a tela de polietileno, seguindo-se-lhe a de polipropileno, depois a tela protótipo e, finalmente, a casca de pinho.

VI. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Para facilitar a sistematização dos resultados em que se verificaram diferenças estatisticamente significativas face às respectivas testemunhas, são assinaladas na Tabela 7 as modalidades sob tais condições, posicionadas acima ou abaixo de uma linha horizontal que representa cada testemunha.

Tabela 7. Sistematização de resultados nas modalidades em que se verificaram diferenças estatisticamente significativas face às testemunhas consideradas.

		Morangos				Morangueiros		Infestantes		
		Nº / vaso	Peso	Comp.	Larg.	Peso fresco	Peso seco	Nº plantas	Peso fresco	Peso seco
Diferenças estatisticamente significativas	GRAMA	-	-	-	-	<u>-----</u> G	<u>-----</u> G	-	<u>-----</u> PT, PP, PE	<u>-----</u> Pinho PT, PP, PE
	JUNÇA	-	PP, <u>..PE..</u>	<u>..PP..</u>	PE, <u>..PP..</u>	PE, <u>..PT..</u> J	<u>-----</u> J	<u>-----</u> Pinho PT, PP, PE	<u>-----</u> Pinho PT, PP, PE	<u>-----</u> PT, PP, PE
Testemunhas		M						G / J		

J: Junça; **Pinho:** Casca de pinho; **PP:** Tela de polipropileno; **PE:** Tela de polietileno; **PT:** Tela protótipo; **G:** Grama.

Apesar de, pela análise ao parâmetro número total de morangos por modalidade, se ter verificado uma superioridade ao nível da produção derivada da presença de cobertura de polipropileno, seguida da de polietileno e, depois, da tela protótipo, tal diferença perde significância pela constatação da inexistência de diferenças estatisticamente significativas entre quaisquer modalidades no que diz respeito ao número médio de morangos por vaso.

Através das variações do peso e dimensões dos morangos denota-se que a presença de qualquer tipo de cobertura do solo permitiu obter frutos de maior calibre, comparativamente com solo não coberto. No entanto, apenas as telas de polipropileno e de polietileno permitiram quantitativos estatisticamente diferentes da testemunha.

O peso fresco da parte aérea dos morangueiros parece constituir um bom indicador do benefício de cada uma das coberturas do solo usadas. Isto porque se verificou uma variação muito análoga entre modalidades homólogas para cada uma das infestantes testadas, e com

quantitativos de peso quase sempre superiores à modalidade testemunha. Através da averiguação das variações dos quantitativos deste parâmetro, foi possível assinalar que a cobertura que permitiu maior produção de parte aérea nos morangueiros foi o plástico preto de polietileno, seguindo-se-lhe a tela protótipo e, depois, a tela de polipropileno. De entre estas, apenas as telas de polietileno e protótipo permitiram a obtenção de quantitativos médios estatisticamente diferentes face à testemunha.

Atendendo ao peso seco dos morangueiros no final do ensaio, verificou-se que a presença de cobertura de casca de pinho acabou por resultar numa produção foliar inferior à testemunha. Tal último facto poderá, eventualmente, estar relacionado com alguma imobilização microbiológica do azoto do solo, no decurso do início do processo de decomposição dessa mesma casca de pinho, atendendo à sua elevada razão carbono/azoto. Os resultados correspondentes ao plástico preto bem como à casca de pinho acabam por ir ao encontro de evidências já constatadas por Kivijärvi *et al.* (2002).

Para ambas as modalidades apenas com as infestantes, além dos morangueiros, as médias de pesos foram sempre inferiores à testemunha, com diferenças estatisticamente significativas.

Através da averiguação da variação entre modalidades do número de plantas de junça e dos pesos fresco e seco de qualquer uma das duas infestantes, recorrendo às diferentes coberturas, constatou-se que a casca de pinho exerceu o efeito inibidor mais fraco perante qualquer uma das duas infestantes. Ainda assim, essa inibição chegou a ser estatisticamente significativa quanto aos parâmetros número de plantas de junça, peso fresco de junça e peso seco de grama. As coberturas de polietileno e de polipropileno mostraram um efeito excelente de controlo, mas a tela protótipo permitiu também resultados bastante promissores, todas com diferenças estatisticamente significativas face à respetiva testemunha. A excelente performance de controlo das infestantes por parte do polietileno e do polipropileno, com melhores resultados para o primeiro, e o mau comportamento por parte da casca de pinho corrobora, de todo, resultados similares já obtidos por outros investigadores (Skroch *et al.*, 1992).

Apesar da espessura do filme de polietileno usado ter sido de 40 μm , não se verificou qualquer caso de perfuração do mesmo por parte da junça, o que se evidenciou além das expectativas, pela positiva, face à capacidade referenciada desta infestante poder furar este tipo de plástico com até 64 μm (Henson e Little, 1969; Chase *et al.*, 1999). O não controlo a

100 % das duas infestantes em causa por parte desta cobertura só não ocorreu devido apenas à existência do buraco central feito para a passagem de cada morangueiro, corroborando o já indicado por Cudney *et al.* (2007).

O mais acentuado crescimento vegetativo das infestantes e morangueiros, e maior produtividade destes, resultantes da presença de plástico de polietileno pode ter-se devido não só à maior eficiência de manutenção de humidade no solo como também do benefício do aquecimento mais acentuado ao solo – favorecendo uma atividade radical mais ativa e uma mais acentuada mineralização dos resíduos orgânicos presentes na mistura usada, e, portanto, com também uma superior disponibilização de azoto (Runham, 1998).

O facto de nas modalidades com junça o peso dos frutos, o seu comprimento e largura e o peso fresco dos morangueiros terem sido, de uma forma geral, superiores aos seus homólogos com grama parece revelar algum efeito da influência da localização dos vasos. Na verdade, a localização destes últimos propiciou que ficassem expostos à radiação solar direta durante mais horas, fazendo supostamente aumentar a sua evapotranspiração e, portanto, gerando mais perda geral de água nesses vasos. Este fator, aparentemente, parece ter sido também o responsável pelo facto de ter ocorrido maior frutificação nos vasos com presença de grama – onde o quantitativo total de morangos por modalidade foi mais elevado que o correspondente às modalidades homólogas com junça.

Perante uma eventual possibilidade de continuidade deste tipo de ensaios, considera-se que, por questões de simplificação e otimização de recursos e tempo, não se justifica, em princípio, a inclusão de dados de pesos secos, na medida em que é possível já uma suficiente e adequada análise de resultados somente a partir dos pesos frescos.

Após a análise de todos os resultados que denotam diferenças estatisticamente significativas, pode-se concluir que a tela de polietileno foi a que exerceu o impacto mais positivo nos parâmetros peso e dimensões dos morangos, peso fresco dos morangueiros e controlo das infestantes. A tela de polipropileno teve um impacto positivo significativo no peso e dimensões dos morangos e no controlo das infestantes. A tela protótipo exerceu um efeito positivo bastante relevante no peso fresco dos morangueiros e no controlo das infestantes.

Comparando as mais-valias permitidas pela tela protótipo face à casca de pinho, também um material proveniente de fontes naturais renováveis, o uso desta tela revela-se bem

mais vantajoso, atendendo aos parâmetros analisados neste trabalho. Equiparando com as telas de utilização mais convencional, de polietileno e de polipropileno, a tela protótipo mostrou constituir uma excelente alternativa, com mais-valias, no geral, ao mesmo nível, atendendo aos parâmetros de análise aqui considerados.

A abordagem de desenvolvimento de uma tela totalmente biodegradável, construída a partir de fibras vegetais, foi bem conseguida, mas a mesma acaba por ser passível de produção apenas numa ótica artesanal. Para propiciar o seu uso em contexto real, eventuais telas que venham, futuramente, a ser desenvolvidas neste âmbito terão de ser suscetíveis de fabrico em larga escala.

VII. PERSPETIVAS FUTURAS

Na sequência deste trabalho de investigação, surgiram inúmeras ideias novas que merecem ser mais exploradas. De seguida registam-se apenas algumas que parecem mais promissoras:

- desenvolver novos tipos de telas recorrendo como matérias-primas também a fibras vegetais, mas que sejam passíveis de produção de uma forma industrializável;
- desenvolver ensaios durante um período de tempo mais extenso e sob condições ainda mais próximas do que constitui uma produção comercial de morangos, sem recurso a vasos e já com armação do solo em camalhões e sistema de rega gota-a-gota;
- averiguar eventuais diferenças ao nível fitossanitário na cultura do morango perante o uso de diferentes coberturas do solo, em condições, tão próximas quanto possível, das de uma produção comercial;
- estudar o custo por hectare para as novas versões de telas;
- fazer a avaliação das infestantes também ao nível da sua parte radical;
- estudar a possibilidade de uma eventual variação da composição química dos morangos em função de diferentes coberturas do solo usadas, nomeadamente ao nível de certos compostos com ação antioxidante.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullahi, A.E. (2002). *Cynodon dactylon* control with tillage and glyphosate. *Crop Protection* 21: 1093–1100.
- Agraria Verde, Lda. (sem data). *Geotextil*. Disponível em: <http://www.agrariaverde.pt/geosinteticos/geotextil_biomanta.pdf>. Acesso em junho de 2013.
- Anderson, D.F., Garisto, M.-A, Bourrut, I-e., Schonbeck, M.W., Jaye, R., Wurzberger, A.; DeGregorio, R. (1995). Evaluation of a Paper Mulch Made from Recycled Materials as an Alternative to Plastic Film Mulch for Vegetables. *Journal of Sustainable Agriculture* 7(1): 39-61.
- Altland, J. (sem data). *Mulches for weed control in containers*. Disponível em: <http://oregonstate.edu/dept/nursery-weeds/feature_articles/mulch/mulch_for_containers.htm>. Acesso em: junho de 2013.
- Anaya, A.L.; Gliessman, S.R.; Ortega, R.C.; Rosado-May, R.; Rodriguez, V.N. (1988). Effects of allelopathic weeds used as cover crops on the floristic potential of soils. *Proceedings 6th International Conference I.F.O.A.M. Global perspectives on agroecological and sustainable agricultural systems*, Santa Cruz, California, USA, 607-624.
- Ao, L.; Qin, L.; Kang, H.; Zhou, Z.; Su, H. (2013). Preparation, properties and field application of biodegradable and phosphorus-release films based on fermentation residue. *International Biodeterioration & Biodegradation* 82: 134-140.
- Ascard, J. (1995). Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Research* 35: 397-411.
- Ascard, J. (1998). Comparison of flaming and infrared radiation techniques for thermal weed control. *Weed Research* 38: 69-76.
- Balsari, P.; Berruto, R.; Ferrero, A. (1994). Flame weed control in lettuce crops. *ISHS Acta Horticulturae: Symposium on Engineering as a Tool to reduce Pesticide Consumption and Operator Hazards in Horticulture* 372: 213-222.
- Bangarwa, S. K.; Norsworthy, J.K.; Jha, P.; Malik, M. (2008). Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) management in an organic production system. *Weed Science* 56: 606–613.

-
- Bàrberi, P. (2003). Preventive and cultural methods for weed management. In: *Weed Management for Developing Countries*. Addendum 1. Ed. R. Labrada, FAO Plant Production and Protection Paper 120, FAO, Roma (IT), 179-193.
 - Barros, A.R.F. (2006). *Compósitos híbridos: desenvolvimento de configuração e efeitos de umificação*. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
 - Bastioli, C. (1998). Properties and applications of Mater-Bi starch-based materials. *Polymer Degradation and Stability* 59: 263-272.
 - Baumann, D.T.; Kropff, M.J.; Bastiaans, L. (2000). Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research* 40: 359-374.
 - Benoit, F.; Ceustermans, N. (1992). Ecological vegetable growing with plastics. *Plasticulture* 95(3): 11-20.
 - Bilalis, D.; Sidiras, N.; Economou, G.; Vakali, C. (2003). Effect of different levels of wheat straw soil surface coverage on weed flora in Vicia faba crops. *Journal of Agronomy and Crop Science* 189: 233-241.
 - Bilck, A.P; Grossmann, M.V.E.; Yamashita, F. (2010). Biodegradable mulch films for strawberry production. *Polymer Testing* 29: 471-476.
 - Birkeland, L.; Døving, A.; Sønsteby, A. (2002). Yield and quality in relation to planting bed management of organically grown strawberry cultivars. *Acta Horticulturae* 567: 519-522.
 - Böhrnsen, A. (1993). Several years results about mechanical weeding in cereals. *Communications of the 4th International Conference I.F.O.A.M. Non Chemical Weed Control*, Dijon, France, 95-101.
 - Bolda, M.P.; Daugovish, O.; Koike, S.T.; Larson, K.D.; Phillips, P.A. (2008). *Strawberry – Field Preparation*. UC Pest Management Guidelines. ANR Publication 3468. Disponível em: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r734900411.html#POLY>>. Acesso em: maio de 2013.
 - Bolda, M.P.; Daugovish, O.; Koike, S.T.; Larson, K.D.; Phillips, P.A. (2013). *University of California IPM Pest Management Guidelines: Strawberry*. Publication 3468. Disponível em: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/selectnewpest.strawberry.html>>. Acesso em maio de 2013.
-

-
- Bond, W.; Turner, R.J. (2003). *A review of weed control mulches*. HDRA, Ryton Organic Gardens, Coventry, CV8 3LG, UK. Disponível em: <<http://www.organicweeds.org.uk>>. Acesso em: maio de 2013.
 - Bond, W.; Turner, R.J.; Grundy, A.C. (2003). *A review of non-chemical weed management*. Organic Weed Management Project, OF0315, DEFRA. Disponível em: <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/downloads/updated_review.pdf>. Acesso em: maio de 2013.
 - Bottenberg, H.; Masiunas, J.; Eastman, C.; Eastburn, D. (1997). Yield and quality constraints of cabbage planted in rye mulch. *Biological Agriculture and Horticulture* 14: 323-342.
 - Bowman, G. (ed.). (1997). *Steel in the Field - A farmer's guide to weed management tools*. Sustainable Agriculture Network, USDA, National Agriculture Library, Beltsville, MD.
 - Bowman, G. (2002). *Steel in the Field: A Farmer's Guide to Weed Management Tools*. Handbook Series, Book 2. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, Maryland 20705.
 - Brault, D.; Stewart, K.A.; Jenni, S. (2002). Optical properties of paper and polyethylene mulches used for weed control in lettuce. *HortScience* 37: 87-91.
 - Briassoulis, D. (2006). Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. *Polymer Degradation and Stability* 91: 1256-1272.
 - Carroll, J.; Pritts, M.; Heidenreich, C. (Edit. Coord.) (2013). *Production Guide for Organic Strawberries*. Cornell University, NYS IPM Publication No. 226.
 - Castro, R.L. (2002). *Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.) em cultivo orgânico*. Tese de doutoramento, Universidade Federal de Viçosa.
 - Chandra, R.; Rustgi, R. (1998). Biodegradable polymers. *Progress in Polymer Science* 23: 1273-1335.
 - Chase, C.A.; Sinclair, T.R.; Shilling, D.G.; Gilreath, J.P.; Locascio, S.J. (1998). Light effects on rhizome morphogenesis in nutsedges (*Cyperus* spp): Implications for control by soil solarization. *Weed Science* 46: 575-580.
 - Chase, C.A.; Sinclair, T.R.; Locascio, S.J. (1999). Effects of soil temperature and tuber depth on *Cyperus* spp. control. *Weed Science* 47: 467-472.
 - Cheema, Z.A.; Khaliq, A.; Saeed, S. (2004). Weed control in maize (*Zea mays* L.) through sorghum allelopathy. *Journal of Sustainable Agriculture* 23: 73-87.
-

-
- Clements, R. O.; Donaldson, G.; Purvis, G.; Burke, J. (1997). Clover: cereal bi-cropping. *Aspects of Applied Biology* 50: 467-469.
 - Costello, M.J.; Altieri, M.A. (1994). Living mulches suppress aphids in broccoli. *California Agriculture* 48(4): 24-28.
 - Creager, R.A. (1989). Evaluation of various methods of weed control for increasing rhubarb yields. *Crop Protection* 8: 443-446.
 - CSIRO (2012). CSIRO sticks it to weeds this spring. Disponível em: <<http://www.csiro.au/Portals/Media/CSIRO-sticks-it-to-weeds-this-spring.aspx>>. Acesso em: junho de 2013.
 - Cudney, D.W.; Elmore, C.L.; Bell, C.E. (2007). *Bermudagrass - Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals*. Pest Notes, University of California and Natural Resources. Publication 7453.
 - Dabney, S.M.; Murphree, C.E.; Meyer, L.D. (1993). Tillage, row spacing, and cultivation affect erosion from soybean cropland. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 36(1): 87-94.
 - Darolt, M.R. (2008). Morango orgânico: opção sustentável para o setor. *Revista Campo & Negócios* Ano II, 34: 58-61.
 - Das, T.K.; Yaduraju, N.T. (2008). Effect of soil solarization and crop husbandry practices on weed species competition and dynamics in soybeanwheat cropping system. *Indian Journal of Weed Science* 40: 1-5.
 - Davis, F.S.; Wayland, J.R.; Merkle, M.G. (1971). Ultrahigh-frequency electromagnetic fields for weed control: phytotoxicity and selectivity. *Science* 173: 535-537.
 - Diprose, M.F.; Benson, F.A. (1984). Electrical methods of killing plants. *Journal of Agricultural Engineering Research* 29: 197-209.
 - Diprose, M.F.; Benson, F.A.; Willis, A.J. (1984). The effect of externally applied electrostatic fields, microwave radiation and electric currents on plants and other organisms with special reference to weed control. *The Botanical Review* 50 (2): 171-223.
 - Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometry* 11: 1-42.
 - Egley, G.H. (1983). Weed seed and seedling reductions by soil solarization with transparent polyethylene sheets. *Weed Science* 31: 404-409.
 - Ellis, D.R.; Guillard, K.; Adams, R.G. (2000). Purslane as a living mulch in broccoli production. *American Journal of Alternative Agriculture* 15: 50-59.
-

-
- Elmore, C.L.; Stapleton, J.J.; Bell, C.E.; DeVay, J.E. (1997). *Soil Solarization: A Nonpesticidal Method for Controlling Diseases, Nematodes, and Weeds*. Oakland: Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ. 21377.
 - Elmore, C.L. (1991). *Effect of soil solarization on weeds*, Cap.5. Proceedings of the First International Conference on Soil Solarization. Amman. FAO Corporate Document Repository. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0455e/T0455E0c.htm>>. Acesso em: maio de 2013.
 - ETAP – Environmental Technologies Action Plan (2006). *Biodegradable alternatives to plastics for farming use: Biolice and BioCoAgri*. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/etap>>. Acesso em: maio de 2013.
 - Fennimore, S.A. (2012). Weed Control in Organic Strawberries, Capítulo 5 In Koike, S.T.; Bull, C.T.; Bolda, M.; Daugovish, O. *Organic Strawberry Production Manual*. University of California, Agriculture and Natural Resources. Publication 3531.
 - Fergedal, S. (1993). Weed control by freezing with liquid nitrogen and carbon dioxide snow; a comparison between flaming and freezing. *Communications of the 4th International Conference I.F.O.A.M. Non Chemical Weed Control*, Dijon, France, 163-166.
 - Forcella, F.; Burnside, O.C. (1994). Pest Management - Weeds. In: Hatfield, J.L.; Karlen, D.L. (eds) *Sustainable Agriculture Systems*. CRC Press, Florida, USA, 157-197.
 - Friedman, T.; Horowitz, M. (1971). Biologically active substances in subterranean parts of purple nutsedge. *Weed Science* 19: 398-401.
 - Fuller, L.G.; Gon, T.B.; Oscarson, D.W. (1995). Cultivation effects on dispersible clay of soil aggregates. *Canadian Journal of Soil Science* 75: 101-107.
 - Gáspár, M.; Benko, Z.; Dogossy, G.; Réczey, K.; Czigány, T. (2005). Reducing water absorption in compostable starch-based plastics. *Polymer Degradation and Stability* 90: 563-569.
 - Giampieri, F.; Tulipani, S.; Alvarez-Suarez, J.M.; Quiles, J.L.; Mezzetti, B.; Battino, M. (2012). The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition* 28(1): 9-19.
 - Gill, H.K.; McSorley, R. (2010). Integrated impact of soil solarization and organic mulching on weed, insects, nematodes, and plant performance. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 123: 308-311.

- Håkansson, S. (2003). *Weeds and weed management on arable land. An ecological approach*. CABI Publishing, Cambridge, UK.
- Halley, P.; Rutgers, R.; Coombs, S.; Kettels, J.; Gralton, J.; Christie, G.; Jenkins, M.; Beh, H.; Griffin, K.; Jayasekara, R.; Lonergan, G. (2001). Developing biodegradable mulch films from starch-based polymers. *Starch/Stärke*, 53: 362-367.
- Hein, R. (1990). *The use of rotating brushes for non-chemical weed control on paved surfaces and tarmac*. Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, Sweden. Report 141.
- Henson, I.E.; Little, E.C.S. (1969). Penetration of polyethylene film by the shoots of *Cyperus rotundus*. *Pest Articles & News Summaries*. Section A. Insect Control 15: 64-66.
- Herms, D.; Gleason, M.; Iles, J.; Lewis, D.; Hoitink, H.; Hartman, J. (2001). *Using Mulches in Managed Landscapes*. Iowa State University Extension, Bulletin 894, pp. 1-12.
- Holm, L.G.; Plucknett, D.L.; Pancho, J.V.; Herberger, J.P. (1977). *The world's worst weeds*. [Abstract] Disponível em:
<http://www.cabdirect.org/abstracts/19770359792.html;jsessionid=727EB43A9181D42D87E4A00911680117?gitCommit=4.13.29>. Acesso em: abril de 2013.
- Horowitz, M.; Friedman, T. (1971). Biological activity of subterranean residues of *Cynodon dactylon* L., *Sorghum halapense* L., and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research* 11: 88-93.
- Horowitz, M.; Regev, Y.; Herzlinger, G. (1983). Solarization for weed control. *Weed Science* 31: 170-179.
- Hutchinson, C. M.; McGiffen, M.E.Jr. (2000). Cowpea cover crop mulch for weed control in desert pepper production. *HortScience* 35: 196-198.
- Johnson, W.C.; Mullinix, B.G. (1995). Weed management in peanut using stale seedbed techniques. *Weed Science* 43: 293-297.
- Jordan, C.F. (2004). Organic farming and agroforestry: Alleycropping for mulch production for organic farms of southeastern United States. *Agroforestry Systems* 61: 79-90.
- Jordan-Molero, J.E.; Stoller, E.W. (1978). Seasonal development of yellow and purple nutsedges (*Cyperus esculentus* and *C. rotundus*) in Illinois. *Weed Science* 26: 614-618.

-
- Kawabata, O.; Nishimoto, R.K. (2003). Temperature and rhizome chain effect on sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) ecotypes. *Weed Science* 51: 348–355.
 - Kerpauskas, P.; Sirvydas, A.P.; Lazauskas, P.; Vasinauskiene, R.; Tamosiunas, A. (2006). Possibilities of weed control by water steam. *Agronomy Research* 4: 221-225.
 - Kivijärvi, P.; Parikka, P.; Tuovinen, T. (2002). *The effect of different mulches on yield, fruit quality and strawberry mite in organically grown strawberry*. NJF Seminar No 346, Organic production of Fruit and berries, Denmark.
 - Klaij, M.C.; Hoogmoed, W.B. (1996). Weeding method and pre-sowing tillage effects on weed growth and pearl millet yield in sandy soil of the West African Sahelian zone. *Soil & Tillage Research* 39(1-2): 31-43.
 - Kumar, M.; Das, T.K.; Yaduraju, N.T. (2012). An integrated approach for management of *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) in soybean-wheat cropping system. *Crop Protection* 33: 74-81.
 - Larsson, L.; Båth, A. (1996). Evaluation of Soil Temperature Moderating and Moisture Conserving Effects of Various Mulches during a Growing Season. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science* 46(3): 153-160.
 - Ligneau, L.A.M.; Watt, T.A. (1995). The effects of domestic compost upon the germination and emergence of barley and six arable weeds. *Annals of Applied Biology* 126: 153-162.
 - Lopes, A.; Simões, A.M. (2006). *Produção Integrada em Hortícolas, família das Rosáceas – Morangueiro*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direção-Geral de Proteção das Culturas.
 - Lörcks, J. (1998). Properties and applications of compostable starch-based plastic material. *Polymer Degradation and Stability* 59: 245-249.
 - Martins, D.S.; Strassburger, A.S.; Peil, R.M.N.; Schwengber, J.R.; Reisser Júnior, C.; Furtado, L.G. (2009). *Fisiologia da Produção de Morangueiro*, Capítulo 1. In Timm, L.C.; Tavares, V.E.Q.; Reisser Júnior, C.; Estrela, C.C. *Morangueiro Irrigado – Aspectos técnicos e ambientais do cultivo*. Universidade Federal de Pelotas.
 - Mathers, H. (2002). *Uncovering the Truth about Mulches*. Buckeye. Disponível em: <<http://basicgreen.osu.edu/english/resources/articles/out-and-about/weed-control-articles/mulch.pdf>>. Acesso em: junho de 2013.

-
- Mayton, E.L.; Smith, E.V.; King, D. (1945). Nutgrass eradication studies IV: use of chickens and geese in the control of nutgrass, *Cyperus rotundus* L. *Journal of the American Society of Agronomy* 37: 785-791.
 - Meissner, R.; Nel, P.C.; Beyers, E.A. (1989). Allelopathic effect of *Cynodon dactylon*-infested soil on early growth of certain crop species. *Applied Plant Science* 3: 125–126.
 - Melander, B.; Rasmussen, G. (2001). Effects of cultural methods and physical weed control on intrarow weed numbers, manual weeding and marketable yield in direct-sown leek and bulb onion. *Weed Research* 41: 491-508.
 - Merwin, I.A.; Rosenberger, D.A.; Engle, C.A.; Rist, D.L.; Fargione, M. (1995). Comparing mulches, herbicides and cultivation as orchard groundcover management systems. *HortTechnology* 5 (2): 151-158.
 - Miles, J.E.; Nishimoto, R.K.; Kawabata, O. (1996). Diurnally alternating temperatures stimulate sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tubers. *Weed Science* 44: 122–125.
 - Miranda, F.; Fernandes, T. (2001). *Manual de Boas Práticas - Morango*. Porto: ESB/UCP para Agência de Inovação, Programa Praxis XXI, Disqual, Otimização da Qualidade e Redução de Custos na Cadeia de Distribuição de Produtos Hortofrutícolas Frescos. Disponível em: <<http://www2.esb.ucp.pt/twt/disqual/>>. Acesso em: maio de 2013.
 - Mohler, C.L.; Galford, A.E. (1997). Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. *Weed Research* 37: 147-155.
 - Moreira, I.; Vasconcelos, T.; Caixinhas, L. e Espírito Santo, D. (2000). *Ervas Daninhas das Vinhas e Pomares*. 2ª edição. Direção-Geral de Proteção das Culturas, Lisboa.
 - Munn, D.A. (1992). Comparisons of shredded newspaper and wheat straw as crop mulches. *HortTechnology* 2 (3): 361-366.
 - Narayan, R. (2001). Drivers for biodegradable/compostable plastics and role of composting in waste management and sustainable agriculture. *Bioprocessing of Solid Waste and Sludge* 11(1).
 - Neeser, C.; Aguero, R.; Swanton, C.J. (1997). Incident photosynthetically active radiation as a basis for integrated management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science* 45: 777-783.
-

-
- Netland, J.; Balvoll, G.; Holmøy, R. (1994). Band spraying, selective flame weeding and hoeing in late white cabbage, part II. *Acta Horticulturae, Engineering for Reducing Pesticide Consumption & Operator Hazards*, 372: 235-243.
 - Niggli, U.; Weibel, F.P.; Potter, C.A. (1989). Weed control with organic mulches in apple orchards effects on yield fruit quality and dynamics of nitrogen in soil solution. *Gartenbauwissenschaft*. 54 (5): 224-232.
 - OMAIA – Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares (2011). *A Produção e Comercialização do Morango em Portugal*. Disponível em: <http://www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=104>. Acesso em março de 2013.
 - Oliveira, A.E.R.L.C. (2012). *Avaliação do efeito da cobertura do solo Ecoblanket na temperatura do solo e na produção de alface na época de produção Outono-Inverno*. Castelo Branco: IPCB. ESA. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Nutrição Humana e Qualidade Alimentar.
 - OSWALD – Open Source for Weed Assessment in Lowland Paddy Fields. (1997). *Cyperus rotundus - Cyperacea*. Disponível em: <http://www.oswaldasia.org/species/c/cypro/cypro_en.html>. Acesso em: abril de 2013.
 - Ozores-Hampton, M. (1998). Compost as an alternative weed control method. *HortScience* 33(6): 938-940.
 - Palha, M.G. (2005). *Manual do Morangueiro*. INIAP/EAN, Projeto PO AGRO DE&D nº 193: Tecnologias de produção integrada no morango visando a expansão da cultura e a reconquista do mercado.
 - Palha, M.G. (2007). *Morango – Produção de Outono com diferentes materiais de propagação vegetativa*. Folhas de Divulgação AGRO 556, nº 4.
 - Parish, S. (1990). A Review of Non-Chemical Weed Control Techniques. *Biological Agriculture and Horticulture* 7: 117-137.
 - Patterson, D.T. (1998). Suppression of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) with polyethylene film mulch. *Weed Technology* 12: 275–280.
 - Peterson, J.K.; Harrison, H.F. (1995). Sweet potato allelopathic substance inhibits growth of purple nutsedge. *Weed Technology* 9: 277–280.
 - Philipp, S. (2012). *New plastic for biodegradable mulch film*. BASF, News Release, P 147/12e. Disponível em: <<http://www.basf.com/group/pressrelease/P-12-147>>. Acesso em: maio de 2013.
-

-
- Phillips, M.C. (1993). Use of tillage to control *Cynodon dactylon* under small-scale farming conditions. *Crop Protection* 12: 267–272.
 - Poling, E.B. (2002). *An Introductory Guide to Strawberry Plasticulture*. Disponível em: <<http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/quebec-poling.pdf>>. Acesso em: maio de 2013.
 - Projeto consórcio Agrobiofilm (2010). *Agrobiofilm, Bioplásticos na Agricultura*. Disponível em: <<http://www.agrobiofilm.eu/pt/>>. Acesso em: maio de 2013.
 - Pullen, D.W.M.; Cowell, P.A. (1997). An evaluation of the performance of mechanical weeding mechanisms for use in high speed inter-row weeding of arable crops. *Journal of Agricultural Engineering Research* 67: 27-34.
 - Raloff, J. (2002). Toxic runoff from plastic mulch. *Science News* 158: 221.
 - Rangarajan, A.; Leonard, B. (2007). *Biodegradable mulches: How well do they work?* Disponível em: <http://www.newenglandvfc.org/pdf_proceedings/biomulches.pdf>. Acesso em junho de 2013.
 - Rice, R.P.; Putnam, A.R. (1977). Some factors which influence the toxicity of UHF energy to weed seeds. *Weed Science* 25 (2): 179-183.
 - Riley, B. (1995). Hot water: A “cool” new weed control method. *Journal of Pesticide Reform* 15: 9.
 - Rios, A.; Civetta, P.; Sanz, J.M. (1997). *Cynodon dactylon* Control in Conservation Tillage Systems. *Plant Physiology and Growth* 7: 87-88.
 - Runham, S. (1998). Mulch it. *Organic Farming* 60: 15-17.
 - Russ, K.; C. Burgess. 2009. Nutsedge. Clemson University Extension. Disponível em: <<http://www.clemson.edu/extension/hgic/pests/weeds/hgic2312.html>>. Acesso em: abril de 2013.
 - Russo, V.M.; Cartwright, B.; Webber III, C. L. (1997). Mulching effects on erosion of soil beds and on yield of autumn and spring planted vegetables. *Biological Agriculture and Horticulture* 14: 85-93.
 - Santos, A.M.; Medeiros, A.R.M.; Wrege, M.S. (2005). Sistema de produção do morango: irrigação e fertilização. Embrapa Clima Temperado, ISSN 1806-9207 Versão eletrônica. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em maio de 2013.
 - Santos, B.M.; Morales-Payan, J.P.; Stall, W.M. e Bewick, T.A. (1997a). Influence of tuber size and shoot removal on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) regrowth. *Weed Science* 45: 681–683.
-

-
- Santos, B.M.; Morales-Payan, J.P.; Stall, W.M.; Bewick, T.A. e Shilling, D.G. (1997b). Effects of shading on the growth of nutsedges (*Cyperus* spp.). *Weed Science* 45: 670–673.
 - Santos, J. Q. (1996). *Fertilização – Fundamentos da Utilização dos Adubos e Corretivos*. 2ª edição. Coleção Euroagro, Publicações Europa-América.
 - Sartorato, I.; Zanin, G.; Baldoin, C.; De Zanche, C. (2006). Observations on the potential of microwaves for weed control. *Weed Research* 46: 1-9.
 - Sauerborn, J.; Linke, K.H.; Saxena, M.C. (1989). Solarization; a physical control method for weeds and parasitic plants (*Orobanch* spp.) in Mediterranean agriculture. *Weed Research* 29: 391-397.
 - Scarascia-Mugnozza, G.; Schettini, E.; Vox, G.; Malinconico, M.; Immirzi, B.; Pagliara, S. (2006). Mechanical properties decay and morphological behaviour of biodegradable films for agricultural mulching in real scale experiment. *Polymer Degradation and Stability* 91: 2801-2808.
 - Schonbeck, M.W.; Evanylo, G.K. (1998). Effects of Mulches on Soil Properties and Tomato Production I. Soil Temperature, Soil Moisture and Marketable Yield. *Journal of Sustainable Agriculture* 13(1): 55-81.
 - Schonbeck, M.W. (1999). Weed Suppression and Labor Costs Associated with Organic, Plastic, and Paper Mulches in Small-Scale Vegetable Production. *Journal of Sustainable Agriculture* 13(2): 13-33.
 - Schonbeck, M. (2012). *Purple Nutsedge (Cyperus rotundus) in Greater Depth*. Disponível em: <<http://www.extension.org/pages/65213/purple-nutsedge-cyperus-rotundus-in-greater-depth>>. Acesso em: abril de 2013.
 - Shogren, R.L. (1999). Preparation and Characterization of a Biodegradable Mulch: Paper Coated with Polymerized Vegetable Oils. *J. Appl. Polym. Sci.* 73(11): 2159-2167.
 - Shogren, R.L. (2000). Biodegradable mulches from renewable resources. *Journal of Sustainable Agriculture* 16: 33-47.
 - Shogren, R.L.; David, M. (2006). Biodegradable paper/polymerized vegetable oil mulches for tomato and pepper production. *Journal of Applied Horticulture*, 8(1): 12-14.
 - Shogren, R.L.; Hochmuth, R.C. (2004). Field evaluation of watermelon grown on paper-polymerized vegetable oil mulches. *HortScience* 39: 1588-1591.

-
- Shu-ren, C.; Yi-xin, L. Lei, P (2007). Review and Prospect of Thermal Weed Control Technologies. *Journal of Anhui Agricultural Sciences* 35(33): 10695-10697.
 - Silva, C.C.; Cunha, R.A.D.; Filipe, R.C.T.S.; Filipe, R.N.B. (2009). Desenvolvimento de tecidos de sisal para utilização em compósitos poliméricos. *Holos* 25(4): 12-19.
 - Siriwardana, G.; Nishimoto, R.K. (1987). Propagules of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) in soil. *Weed Technology* 1: 217-220.
 - Skroch, W.A.; Powell, M.A.; Bilderback, T.E.; Henry, P.H. (1992). Mulches: Durability, aesthetics value, weed control, and temperature. *Journal of Environmental Horticulture* 10: 43-45.
 - Smith, R. (2012). Cover Crops for Nutrient Management in Organic Strawberry Production on California's Central Coast, Capítulo 4 In Koike, S.T.; Bull, C.T.; Bolda, M.; Daugovish, O. *Organic Strawberry Production Manual*. University of California, Agriculture and Natural Resources. Publication 3531.
 - Smith, M.W.; Wolf, M.E.; Cheary, B.S.; Carroll, B.L. (2001). Allelopathy of Bermudagrass, Tall Fescue, Redroot Pigweed, and Cutleaf Evening Primrose on Pecan. *Hortscience* 36: 1047-1048.
 - Standifer, L.C.; Wilson, P.W.; Porche-Sorbet, R. (1984). Effects of solarization on soil weed seed populations. *Weed Science* 32: 569-573.
 - Strassburger, A.S.; Martins, D.S.; Reisser Júnior, C.; Schwengber, J.E.; Peil, R.M.N.; Philipsen, L.C. (2009). *Sistema de produção de morangueiro: fatores que influenciam o manejo da irrigação*, Capítulo 2. In Timm, L.C.; Tavares, V.E.Q.; Reisser Júnior, C.; Estrela, C.C. *Morangueiro Irrigado – Aspectos técnicos e ambientais do cultivo*. Universidade Federal de Pelotas.
 - Strawberry Plants.org (2010a). *Strawberry Varieties*. Disponível em: <<http://strawberryplants.org/2010/05/strawberry-varieties/>>. Acesso em: maio de 2013.
 - Strawberry Plants.org (2010b). *Growing Strawberries*. Disponível em: <<http://strawberryplants.org/2010/05/growing-strawberries/>>. Acesso em: junho de 2013.
 - Swanton, C.J.; Weise, S.F. (1991). Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technology* 5: 657-663.
 - Tessier, M.; Leroux, G.D. (1993). Intercropping and mechanical weeding in organic production of broccoli (*Brassica oleracea*). *Communications of the 4th International Conference I.F.O.A.M. Non Chemical Weed Control*, Dijon, France, 353-358.
-

-
- Tewari, A.N.; Singh, R.D. (1991). Studies on *Cyperus rotundus* L. control through summer treatment in maize-potato cropping system. *Indian Journal of Weed Science* 23: 6-12.
 - Tóthová, M.; Tóth, P. (ed. chefes). (2011). *Green Plant Protection M-Learning in Ecological Agriculture*. Green Plant Protection, Slovak University of Agriculture in Nitra.
 - University of California (2011). *Bermudagrass*. Statewide Integrated Pest Management Program, UC IPM Online. Disponível em: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/WEEDS/bermudagrass.html>>. Acesso em abril de 2013.
 - Váradi, G.; Pölös, E.; Mikulás, J. (1989). *Digitaria* - a possible tool for weed control in vineyards. *Proceedings 4th EWRS Mediterranean Symposium. Problems of weed control in fruit, horticultural crops and rice*, Valencia, Spain, 2: 203-210.
 - Vigneault, C.; Benoit, D.L.; McLaughlin, N.B. (1990). Energy aspects of weed electrocution. *Reviews of Weed Science* 5: 15-26.
 - Wang, G.; McGiffen, M.E.Jr. e Ogbuchiekwe, E.J. (2008). Crop rotation effects on *Cyperus rotundus* and *C. esculentus* population dynamics in southern California vegetable production. *Weed Research* 48: 420–428.
 - Warnick, J.P.; Chase, C.A.; Rosskopf, E.N.; Simonne, E.H.; Scholberg, J.M.; Koenig, R.L. e Roe, N.E. (2006). Weed suppression with hydramulch, a biodegradable liquid paper mulch in development. *Renewable Agriculture and Food Systems* 21: 216–223.
 - Webster, T.M. (2003). High temperatures and durations of exposure reduce nutsedge (*Cyperus* spp.) tuber viability. *Weed Science* 51: 1010–1015.
 - Webster, T.M. (2005a). Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science* 53: 834–838.
 - Webster, T.M. (2005b). Patch expansion of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) with and without polyethylene mulch. *Weed Science* 53: 839–845.
 - Wei, D.; Liping, C.; Zhijun, M.; Guangwei, W.; Ruirui, Z. (2010). Review of non-chemical weed management for green agriculture. *International Journal of Agriculture and Biological Engineering* 3(4): 52-60.
 - Wilen, C.A.; LeStrange, M.; Harivandi, M.A. (2009). *UC IPM Pest Management Guidelines: Turfgrass*. Oakland: Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ. 3365-T.
-

Disponível em: < <http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PMG/pmgturfgrass.pdf>>. Acesso em abril de 2013.

- William, R.D. e Warren, G.F. (1975). Competition between purple nutsedge and vegetables. *Weed Science* 23: 317-323.
- Wofford, Jr D.J.; Orzolek, M.D. (1993). No irrigating or weeding for 10 years. *American Vegetable Grower*, Meister Publishing Company, Ohio, USA, 41 (11), 30-32.
- Woodward, L.; Lampkin, N. (1990). Organic agriculture in the United Kingdom. British Crop Protection Council Monograph No. 45 *Organic and Low Input Agriculture*, Farnham, UK, 45: 19-29.
- Yoon, S.D.; Park, M.H.; Byun, H.S. (2012). Mechanical and water barrier properties of starch/PVA composite films by adding nano-sized poly(methyl methacrylate-coacrylamide) particles. *Carbohydrate Polymers* 87: 676-686.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

ANEXO IA	Análise granulométrica do solo	91
ANEXO IB	Análise de diversos parâmetros físico-químicos do solo	92
ANEXO II	Peso e dimensões dos morangos	93
ANEXO III	Pesos fresco e seco dos morangueiros	100
ANEXO IV	Número de plantas de junça	101
ANEXO V	Pesos fresco e seco das infestantes	102
ANEXO VI	Valores de Análise de Variância (ANOVA)	103

ANEXO IA – Análise granulométrica do solo



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
Laboratório de Solos e Fertilidade

Serviço/ Nome: Estágio- Mestrado em LAB/ Luís Miguel Magalhães Rodrigues

Morada:

Material: Amostras de terra: Análise granulométrica – método da pipeta de Robinson (Silva, 1967)

Data de entrada: 14-01-2013

Data de saída: 31-01-2013

Nº Laboratório	Referência	Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila	Classe de textura
		(%)				
44993	Vasos-final	69,41	15,74	8,47	6,38	Areno-franca

Rosinda Leonor S. Pato

ANEXO IB – Análise de diversos parâmetros físico-químicos do solo



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

Laboratório de Solos e Fertilidade

Serviço / Nome do Interessado: Estágio - Mestrado em LAB/ Luís Miguel da Silva M. Rodrigues

Morada / Localização:

Data de Entrada: 14-01-2013

Data de Saída: 17-01-2013

Nº Laboratório	44993								
Referência	vasos								
Profundidade (cm)									
Textura manual	Média								
Terra fina (%)	75,13								
Mat. Orgânica (%)	1,14	B							
pH (H ₂ O)	7,5	N	-	-	-	-	-	-	-
C. Eléct. (mmhos/cm)	-		-	-	-	-	-	-	-
P ₂ O ₅ (mg/1000g)	106	A	-	-	-	-	-	-	-
K ₂ O (mg/1000g)	89	M	-	-	-	-	-	-	-
K ⁺ (me/100g)	-		-	-	-	-	-	-	-
Na ⁺ (me/100g)	-		-	-	-	-	-	-	-
Ca ²⁺ (me/100g)	11,03	A	-	-	-	-	-	-	-
Mg ²⁺ (me/100g)	0,35	MB	-	-	-	-	-	-	-
Cu (mg/1000g)	-		-	-	-	-	-	-	-
Zn (mg/1000g)	-		-	-	-	-	-	-	-
Fe (mg/1000g)	-		-	-	-	-	-	-	-
Mn (mg/1000g)	-		-	-	-	-	-	-	-
Calc. Activo (%)	-		-	-	-	-	-	-	-
B (mg/1000g)	-		-	-	-	-	-	-	-
Cl (me/100g)									
N-NO ₃ ⁻ (mg/1000g)									
N-NH ₄ ⁺ (mg/1000g)									
N total (%)									

Vest-Vestígios; MB-Muito Baixo; B-Baixo; M-Médio; A-Alto; MA-Muito Alto

MAc-Muito Ácido; Ac-Ácido; PAc-Pouco Ácido; N-Neutro; PAle-Pouco Alcalino; Ale-Alcalino; MAle-Muito Alcalino

NC-Não Clorossante; PC-Pouco Clorossante; LC-Ligeiramente Clorossante; C-Clorossante; MC-Muito Clorossante

O Analista

O Responsável

ANEXO II – Peso e dimensões dos morangos

RESULTADOS 31 maio 2013 (1ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
M ₁	1	3,82	24,65	19,05
M ₅	2	9,14	34,01	25,31
		5,98	27,23	23,77
G ₁	1	3,64	24,65	17,84
G ₄	2	6,33	27,45	21,52
		2,70	18,64	16,06
Pinho-G ₁	3	6,83	27,39	23,17
		3,10	24,36	18,26
		3,02	20,05	18,01
Pinho-G ₄	2	12,44	38,50	26,95
		3,41	21,33	19,14
PP-G ₂	3	9,72	35,99	25,43
		8,77	32,58	25,32
		1,07	17,19	12,98
PP-G ₄	1	3,42	21,03	20,86
PT-J ₅	1	7,44	32,24	20,22

RESULTADOS 5 junho 2013 (2ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
J ₅	1	3,36	24,00	20,89
Pinho-G ₂	1	9,96	39,27	25,13
PE-J ₁	1	8,66	31,47	24,78
PE-G ₁	1	4,61	25,62	19,81
PE-G ₂	1	6,12	29,55	21,38
Pinho-G ₄	1	7,88	30,01	25,75
M ₁	1	3,77	24,43	18,59
PP-G ₂	2	5,32	28,71	21,69
		3,91	24,98	19,12

RESULTADOS 7 junho 2013 (3ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
PP-G ₄	1	5,02	29,01	20,95
G ₅	1	2,06	20,77	13,79
PP-J ₂	1	12,82	41,07	27,80
Pinho-G ₄	1	7,24	30,25	23,23

RESULTADOS 12 junho 2013 (4ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
PT-G ₁	1	7,7	24,03	18,95
Pinho-G ₃	1	15,31	40,89	28,57
PP-G ₂	1	2,87	23,36	17,50
J ₁	1	10,66	31,44	26,92
Pinho-G ₄	1	5,43	28,95	21,82

RESULTADOS 14 junho 2013 (5ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
PP-J ₂	11	15 g	33,48	26,24
PP-G ₄	1	9,18 g	34,12	26,06
Pinho-G ₂	1	9,17 g	39,07	30,58
M ₃	1	2,5 g	18,83	15,20

RESULTADOS 19 junho 2013 (6ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
G ₅	1	6,47	22,90	16,84
M ₃	1	6,20	25,60	23,04
PE-G ₂	1	7,39	30,12	22,84
PP-G ₅	1	8,24	30,89	25,73
PT-G ₅	1	19,78	49,24	33,70
Pinho-G ₃	1	11,89	39,99	27,37
J ₁	1	13,16	39,41	28,44
PP-J ₂	2	8,66	32,99	24,44
		9,43	34,11	26,57

RESULTADOS 21 junho 2013 (7ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
J ₁	1	5,66	28,90	20,18
PP-J ₂	1	10,33	33,03	26,92

RESULTADOS 25 junho 2013 (8ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
PP-G ₅	1	7,86	28,84	25,52
Pinho-G ₂	1	2,01	16,15	10,05
Pinho-J ₂	1	20,34	45,27	32,66
PE-J ₄	2	14,66	38,33	30,63
		15,91	38,87	33,14

RESULTADOS 28 junho 2013 (9ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
PE-J ₁	1	20,24	44,81	34,00
PP-G ₅	1	6,24	25,72	22,15
PT-G ₅	2	9,73	34,62	27,93
		10,40	32,60	25,64
M ₂	1	16,57	45,31	29,37
M ₃	3	0,86	11,26	12,10
		2,61	22,14	16,85
		4,40	26,77	19,63
PE-G ₂	1	13,48	42,10	28,55

RESULTADOS 2 julho 2013 (10ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
M ₂	1	9,31	34,99	26,70
Pinho-G ₂	1	10,40	34,96	25,95
PP-J ₁	1	22,52	45,71	36,04
PE-J ₄	1	11,33	33,82	28,16
		2,67	15,67	19,18
M ₅	1	8,08	33,30	24,94
Pinho-J ₂	1	5,77	27,96	20,65
M ₄	1	3,93	24,85	18,78
Pinho-G ₁	1	5,11	30,90	21,38
PT-G ₁	1	10,18	32,52	26,69
PT-J ₂	1	8,92	32,87	25,57
PE-G ₁	1	14,64	38,98	30,82

RESULTADOS 5 julho 2013 (11ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
PP-J ₁	1	17,92	41,12	33,51
PT-G ₅	1	1,51	17,28	14,86
PP-G ₅	1	12,79	33,00	28,00
M ₂	1	7,06	31,66	23,50
M ₅	1	11,20	30,01	31,67
Pinho-G ₂	1	4,02	25,89	19,79
Pinho-J ₂	1	4,44	26,84	19,67
PE-J ₁	1	15,59	33,63	32,53
PE-G ₁	2	4,51	27,46	19,17
		7,37	30,12	21,93
PT-J ₂	2	3,23	24,32	17,53
		5,30	27,74	21,24
PE-G ₂	2	7,06	31,13	22,11
		11,19	36,11	26,83
PT-G ₁	2	2,89	24,56	16,34
		4,82	27,67	19,49

RESULTADOS 9 julho 2013 (12ª colheita)				
Modalidades	Nº morangos	Peso (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
M ₂	1	2,82	23,17	16,68
PE-G ₅	2	2,85	24,46	15,7
		3,52	25,04	18,18
PP-J ₂	1	15,67	44,02	28,71
PT-J ₅	2	10,97	34,11	26,86
		18,97	39,49	33,94

Número de morangos											
Modalidades											
	PE-G	PE-J	PP-G	PP-J	PT-G	PT-J	Pinho-G	Pinho-J	G	J	M
31 mai			4			1	5		3		3
5 jun	2	1	2				2			1	1
7 jun			1	1			1		1		
12 jun			1		1		2			1	
14 jun			1	1			1				1
19 jun	1		1	2	1		1		1	1	1
21 jun				1						1	
25 jun		2	1				1	1			
28 jun	1	1	1		2						4
2 jul	1	2		1	1	1	2	1			3
5 jul	4	1	1	1	3	2	1	1			2
9 jul	2			1		2					1
TOTAL	11	7	13	8	8	6	16	3	5	4	16

Número de morangos							
Modalidades	Réplicas					TOTAL	Média ± desv. padr.
	1	2	3	4	5		
J	3	0	0	0	1	4	0,8 ± 0,96
Pinho-J	0	3	0	0	0	3	0,6 ± 0,96
PP-J	2	6	0	0	0	8	1,6 ± 1,92
PE-J	3	0	0	4	0	7	1,4 ± 1,68
PT-J	0	3	0	0	3	6	1,2 ± 1,44
G	1	0	0	2	2	5	1,0 ± 0,80
Pinho-G	4	5	2	5	0	16	3,2 ± 1,76
PP-G	0	6	0	3	4	13	2,6 ± 2,08
PE-G	4	5	0	0	2	11	2,2 ± 1,84
PT-G	4	0	0	0	4	8	1,6 ± 1,92
M	2	4	5	1	4	16	3,2 ± 1,36

Peso fresco dos morangos (g)											
Modalidades											
	PE-G	PE-J	PP-G	PP-J	PT-G	PT-J	Pinho-G	Pinho-J	G	J	M
31 mai			9,72			7,44	6,83		3,64		3,82
			8,77				3,10		6,33		9,14
			1,07				3,02		2,70		5,98
			3,42				12,44				
							3,41				
5 jun	4,61	8,66	5,32				9,96			3,36	3,77
	6,12		3,91				7,88				
7 jun			5,02	12,82			7,24		2,06		
12 jun			2,87		7,7		15,31			10,66	
							5,43				
14 jun			9,18	15			9,17				2,5
19 jun	7,39		8,24	8,66	19,78		11,89		6,47	13,16	6,20
				9,43							
21 jun				10,33						5,66	
25 jun		14,66	7,86				2,01	20,34			
		15,91									
28 jun	13,48	20,24	6,24		9,73						16,57
					10,40						0,86
											2,61
											4,40
2 jul	14,64	11,33		22,52	10,18	8,92	10,4	5,77			9,31
		2,67					5,11				8,08
											3,93
5 jul	4,51	15,59	12,79	17,92	1,51	3,23	4,02	4,44			7,06
	7,37				2,89	5,30					11,20
	7,06				4,82						
	11,19										
9 jul	2,85			15,67		10,97					2,82
	3,52					18,97					

Comprimento médio dos morangos (mm)											
Modalidades											
	PE-G	PE-J	PP-G	PP-J	PT-G	PT-J	Pinho-G	Pinho-J	G	J	M
31 mai			35,99			32,24	27,39		24,65		24,65
			32,58				24,36		27,45		34,01
			17,19				20,05		18,64		27,23
			21,03				38,50				
							21,33				
5 jun	25,62	31,47	28,71				39,27			24,0	24,43
	29,55		24,98				30,01				
7 jun			29,01	41,07			30,25		20,77		
12 jun			23,36		24,03		40,89			31,44	
							28,95				
14 jun			34,12	33,48			39,07				18,83
19 jun	30,12		30,89	32,99	49,24		39,99		22,90	39,41	25,60
				34,11							
21 jun				33,03						28,90	
25 jun		38,33	28,84				16,15	45,27			
		38,87									
28 jun	42,10	44,81	25,72		34,62						45,31
					32,60						11,26
											22,14
											26,77
2 jul	38,98	33,82		45,71	32,52	32,87	34,96	27,96			34,99
		15,67					30,90				33,30
											24,85
5 jul	27,46	33,63	33,00	41,12	17,28	24,32	25,89	26,84			31,66
	30,12				24,56	27,74					30,01
	31,13				27,67						
	36,11										
9 jul	24,46			44,02		34,11					23,17
	25,04					39,49					

Largura média dos morangos (mm)											
Modalidades											
	PE-G	PE-J	PP-G	PP-J	PT-G	PT-J	Pinho-G	Pinho-J	G	J	M
31 mai			25,43			20,22	23,17		17,84		19,05
			25,32				18,26		21,52		25,31
			12,98				18,01		16,06		23,77
			20,86				26,95				
							19,14				
5 jun	19,81	24,78	21,69				25,13			20,89	18,59
	21,38		19,12				25,75				
7 jun			20,75	27,80			23,23		13,77		
12 jun			17,50		18,95		28,57			26,92	
							21,82				
14 jun			26,06	26,24			30,58				15,20
19 jun	22,84		25,73	24,44	33,70		27,37		16,84	28,44	23,04
				26,57							
21 jun				26,92						20,18	
25 jun		30,63	25,52				10,05	32,66			
		33,14									
28 jun	28,55	34,00	22,15		27,93						29,37
					25,64						12,10
											16,85
											19,53
2 jul	30,82	28,16		36,04	26,69	25,57	25,95	20,65			26,70
		19,18					21,38				24,94
											18,78
5 jul	19,17	32,53	28,00	33,51	14,86	17,53	19,79	19,67			23,50
	21,93				16,34	21,24					31,67
	22,11				19,49						
	26,83										
9 jul	15,70			28,71		26,86					16,68
	18,18					33,94					

ANEXO III – Pesos fresco e seco dos morangueiros

	Peso fresco dos morangueiros (g)				
	Réplicas				
	1	2	3	4	5
PE-G	14,28	22,49	29,28	32,66	26,02
PE-J	24,99	25,88	25,43	22,01	46,79
PP-G	19,62	17,29	16,56	16,09	22,91
PP-J	24,71	19,57	25,69	24,23	23,47
PT-G	13,41	12,67	23,57	30,48	19,32
PT-J	39,78	19,75	26,46	24,71	27,01
Pinho-G	6,95	13,56	12,82	8,72	14,60
Pinho-J	10,77	10,63	15,45	30,45	23,24
G	1,73	8,94	3,25	2,68	2,71
J	9,69	7,90	19,15	6,68	9,32
M	33,97	18,29	3,81	5,63	15,78

	Peso seco dos morangueiros (g)				
	Réplicas				
	1	2	3	4	5
PE-G	6,22	8,13	10,17	10,57	8,15
PE-J	7,72	7,97	7,36	5,7	10,11
PP-G	7,64	7,3	5,18	7,25	7,22
PP-J	7,48	5,03	8,5	7,94	6,93
PT-G	6,52	9,96	9,04	9,03	8,3
PT-J	8,48	8,57	7,22	9,03	6,67
Pinho-G	3,03	5,74	5,14	4,95	6,25
Pinho-J	2,98	4,16	5,39	8,7	6,28
G	1,15	4,41	2,31	1,69	1,78
J	2,83	2,98	5,89	2,7	2,78
M	12,15	6,54	2,82	4,26	6,24

ANEXO IV – Número de plantas de junça

	Número de plantas de junça				
	Réplicas				
	1	2	3	4	5
J	17	22	16	16	28
Pinho-J	15	9	18	14	19
PP-J	0	1	0	2	3
PE-J	0	0	3	0	0
PT-J	3	4	2	0	5

ANEXO V – Pesos fresco e seco das infestantes

	Peso fresco das infestantes (g)				
	Réplicas				
	1	2	3	4	5
PE-G	5,95	0	0	0	0
PE-J	0	0	5,90	0	0
PP-G	0	9,51	3,05	3,95	3,09
PP-J	0	1,08	0	1,98	5,51
PT-G	12,63	15,71	0	0	8,22
PT-J	5,51	5,19	5,82	0	6,39
Pinho-G	35,18	19,33	22,28	30,07	24,81
Pinho-J	44,17	16,75	18,08	23,74	33,43
G	34,91	25,66	37,18	30,88	32,87
J	21,71	12,18	13,49	19,79	23,29

	Peso seco das infestantes (g)				
	Réplicas				
	1	2	3	4	5
PE-G	1,98	0	0	0	0
PE-J	0	0	0,98	0	0
PP-G	0	2,7	0,82	1,44	1,08
PP-J	0	0,06	0	0,36	1,48
PT-G	3,99	5,43	0	0	2,53
PT-J	1,01	1,22	1,09	0	1,05
Pinho-G	14,18	7,11	8,62	12,53	10,28
Pinho-J	9,97	4,39	4,71	5,33	9,64
G	15,75	11,12	15,98	13,28	14,44
J	5,68	4,26	3,37	6,59	6,02

ANEXO VI – Valores de Análise de Variância (ANOVA)

Número de morangos por vaso					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	171,0727	1	171,0727	44,80476	0,000000
Modalidade	41,9273	10	4,1927	1,09810	0,384684
Error	168,0000	44	3,8182		

Peso fresco dos morangos					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	5447,648	1	5447,648	271,0793	0,000000
Modalidade	634,885	10	63,489	3,1592	0,001732
Error	1728,268	86	20,096		

Comprimento dos morangos					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	69945,47	1	69945,47	1383,907	0,000000
Modalidade	1105,29	10	110,53	2,187	0,025992
Error	4346,61	86	50,54		

Largura dos morangos					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	P
Intercept	41264,01	1	41264,01	1627,207	0,000000
Modalidade	727,34	10	72,73	2,868	0,003929
Error	2180,86	86	25,36		

Peso fresco dos morangueiros					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	18688,94	1	18688,94	382,2406	0,000000
Modalidade	2996,48	10	299,65	6,1286	0,000009
Error	2151,30	44	48,89		

Peso seco dos morangueiros					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	2208,730	1	2208,730	727,9004	0,000000
Modalidade	217,883	10	21,788	7,1805	0,000001
Error	133,513	44	3,034		

Nº de plantas de junça					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	1552,360	1	1552,360	155,5471	0,000000
Modalidade	1581,040	4	295,260	39,6052	0,000000
Error	199,600	20	9,980		

Peso fresco das infestantes					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	7670,402	1	7670,402	250,2745	0,000000
Modalidade	6836,366	9	759,596	24,7846	0,000000
Error	1225,918	40	30,648		

Peso seco das infestantes					
Effect	Univariate Tests of Significance Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	P
Intercept	885,952	1	885,9524	295,7915	0,00
Modalidade	1073,440	9	119,2711	39,8209	0,00
Error	119,808	40	2,9952		